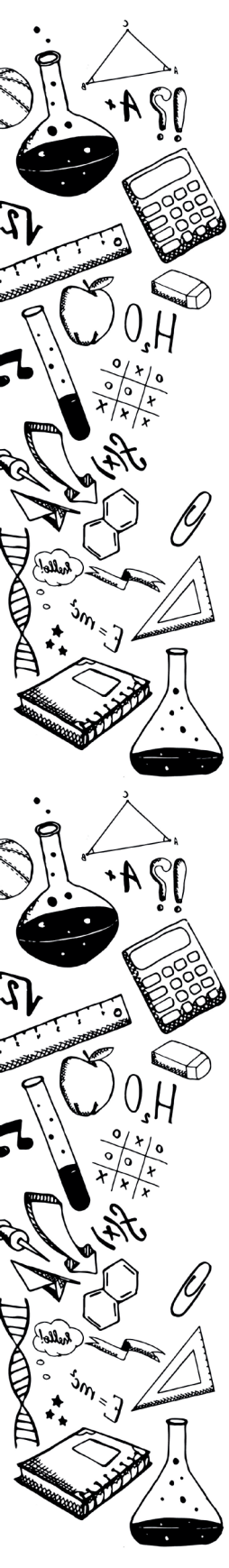


MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS
(ORGANIZADORA)





MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS
(ORGANIZADORA)

I COLETÂNEA DE PRODUTOS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA, MNPEF – POLO 37


EDITORA
SCHREIBEN

2025

© Da Organizadora – 2025
Editoração e capa: Schreiber
Imagem da capa: ekazansk - Freepik.com
Revisão: os autores
Livro publicado em: 10/11/2025
Termo de publicação: TP1132025

Conselho Editorial (Editora Schreiber):

Dr. Adelar Heinsfeld (UPF)
Dr. Airton Spies (EPAGRI)
Dra. Ana Carolina Martins da Silva (UERGS)
Dr. Cleber Duarte Coelho (UFSC)
Dr. Daniel Marcelo Loponte (CONICET – Argentina)
Dr. Deivid Alex dos Santos (UEL)
Dr. Douglas Orestes Franzen (UCEFF)
Dr. Eduardo Ramón Palermo López (MPR – Uruguai)
Dr. Fábio Antônio Gabriel (SEED/PR)
Dra. Geuciane Felipe Guerim Fernandes (UENP)
Dra. Ivânia Campigotto Aquino (UPF)
Dr. João Carlos Tedesco (UPF)
Dr. Joel Cardoso da Silva (UFPA)
Dr. José Antonio Ribeiro de Moura (FEEVALE)
Dr. Klebson Souza Santos (UEFS)
Dr. Leandro Hahn (UNIARP)
Dr. Leandro Mayer (SED-SC)
Dra. Marcela Mary José da Silva (UFRB)
Dra. Marciane Kessler (URI)
Dr. Marcos Pereira dos Santos (FAQ)
Dra. Natércia de Andrade Lopes Neta (UNEAL)
Dr. Odair Neitzel (UFFS)
Dr. Wanilton Dudek (UNESPAR)

Esta obra é uma produção independente. A exatidão das informações, opiniões e conceitos emitidos, bem como da procedência e da apresentação das tabelas, quadros, mapas, fotografias e referências é de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Editora Schreiber
Linha Cordilheira - SC-163
89896-000 Itapiranga/SC
Tel: (49) 3678 7254
editoraschreiber@gmail.com
www.editoraschreiber.com

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M425 Matos, Maria da Conceição Gemaque de.
I Coletânea de produtos educacionais para o ensino de física, MNPEF - Polo 37 / organização de Maria da Conceição Gemaque de Matos. – Itapiranga: Schreiber, 2025.
186 p. ; il. ; e-book .
Inclui índice remissivo
E-book no formato PDF.
ISBN: 978-65-5440-564-5
DOI: 10.29327/5718268
1. Ensino de Física. 2. Educação Básica – Metodologia. 3. Produtos educacionais. 4. Prática docente. 5. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). I. Título. II. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (Brasil).

CDD 530.07

Bibliotecária responsável Juliane Steffen CRB14/1736

COMITÊ CIENTÍFICO

Alessandra Nascimento Braga (UFPA)

Carlos Alberto Brito da Silva Jr. (UFPA)

M^a da Conceição Gemaque de Matos (UFPA)

M^a Lúcia de Moraes Costa(UFPA)

Manoel Januário da Silva Neto(UFPA)

SUMÁRIO

PREFÁCIO.....	7
<i>Maria da Conceição Gemaque de Matos</i>	
<i>Silvana Perez</i>	
HOMENAGEM A UMA AMIGA!.....	11
OI! VOCÊ ESTÁ ME OUVINDO?	
UMA DISCIPLINA ELETIVA INTERDISCIPLINAR	
PARA O ESTUDO DO FUNCIONAMENTO DO	
OUVIDO HUMANO COM EDUCAÇÃO INTERATIVA STEM.....	13
<i>Anderson Duarte Monte</i>	
<i>Silvana Perez</i>	
CONSTRUINDO O CONCEITO DE REFRAÇÃO EM UMA PROPOSTA	
INVESTIGATIVA PARA O 3º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL.....	31
<i>Evaldo Cunha Marques</i>	
<i>Silvana Perez</i>	
<i>Simone da Graça de Castro Fraiha</i>	
INSERÇÃO DO CONTEÚDO EFEITO COMPTON	
DA UNIDADE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO:	
À VISÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA.....	48
<i>Júlio Alexandrino Pinheiro</i>	
<i>Fátima Baraúna Magno (in memoriam)</i>	
MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS	
DA ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA INCLUSÃO DE ALUNOS	
COM DEFICIÊNCIA VISUAL.....	66
<i>Rômulo Monteiro da Silva</i>	
<i>Simone da Graça de Castro Fraiha</i>	
<i>Fátima Nazaré Baraúna Magno (in memoriam)</i>	
METODOLOGIA PEER INSTRUCTION APLICADA	
AO ENSINO DE TERMOLOGIA.....	81
<i>Cristiane Azevedo</i>	
<i>Maria da Conceição Gemaque de Matos</i>	
<i>Maria Lúcia de Moraes Costa</i>	

POSSIBILIDADES DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE CAPACIDADE TÉRMICA E CALOR ESPECÍFICO POR MEIO DE UM FOGÃO À VELA DE PARAFINA.....	111
<i>Joner Ney Vieira da Silva</i>	
<i>Manoel Januário da Silva Neto</i>	
RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA: BOMBA HIDRÁULICA PARA MANUSEIO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA.....	128
<i>Márcio Ricardo Pereira Silva</i>	
<i>Maria da Conceição Gemaque de Matos</i>	
SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO NO ENSINO DE DILATAÇÃO TÉRMICA.....	142
<i>Elder Raimundo Rodrigues Lopes Junior</i>	
<i>Simone da Graça de Castro Fraiha</i>	
SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR MEIO DO APLICATIVO GOOGLE CLASSROOM NO ENSINO DE FÍSICA.....	157
<i>Clemerson Santos da Silva</i>	
<i>Manoel Januário da Silva Neto</i>	
USO DO APLICATIVO KAHOOT EM SMARTPHONE E TABLET: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA.....	169
<i>José Gilberto da Conceição Lira Junior</i>	
<i>Rubens Silva</i>	
ÍNDICE REMISSIVO.....	183

PREFÁCIO

A sociedade contemporânea é marcada por intensas transformações sociais, culturais e tecnológicas. A velocidade das mudanças impõe à educação o desafio de formar cidadãos capazes de interpretar criticamente o mundo ao seu redor e de interagir de maneira consciente com os avanços científicos que permeiam o nosso cotidiano.

Nesse contexto, vale destacar que a Física é mais do que uma disciplina curricular, e seu ensino não deve apenas restringir-se à transmissão de fórmulas e conceitos. Ela tem a pertinência de contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, da capacidade de resolução de problemas e da compreensão das bases que sustentam a sociedade contemporânea. Deve ser consolidada como um campo essencial para compreender o mundo e suas múltiplas interações, promovendo não apenas o conhecimento científico, mas também a autonomia intelectual e a capacidade de análise crítica.

O ensino de Física, tradicionalmente marcado por uma abordagem excessivamente matematizada e descontextualizada, tem reforçado a percepção da disciplina como um conjunto de conteúdos abstratos e de difícil aplicabilidade prática. Diversos estudos apontam que essa visão reducionista contribui para a falta de interesse e para a dificuldade de aprendizagem por parte dos estudantes (Moreira, 2011; Pietrocola, 2002)¹. Nesse sentido, torna-se necessário o desenvolvimento de novas propostas pedagógicas que priorizem a contextualização, a experimentação e a problematização de situações do cotidiano, aproximando o conhecimento físico da realidade dos alunos e promovendo aprendizagens mais significativas (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980; Maldaner, 2000)².

As finalidades da educação ficam cada vez mais claras e passam a ser um requisito indispensável para a convivência na chamada *sociedade do conhecimento*. Se a Educação sozinha não transformar a sociedade, sem ela tão pouco a sociedade muda (Freire, 2000)³. A pesquisa com foco na área de ensino contribui para a

1 MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2011.

PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2002.

2 AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. Ijuí: Unijuí, 2000.

3 FREIRE, P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: UNESP: 2000.

construção de professores mais qualificados e engajados em múltiplas propostas de aprendizagem. Nesta perspectiva, o mestrado profissional para o ensino das ciências, no contexto da educação, se destaca ao incentivar a reflexão sobre a prática docente e estimular a busca por soluções inovadoras para os desafios enfrentados no cotidiano da sala de aula do professor. O professor pesquisador é aquele que busca questões relativas à sua prática com o objetivo de aperfeiçoá-la.

O Programa Nacional de Mestrado Profissional em ensino de física – MNPEF é um programa de pós-graduação implantado e coordenado pela Sociedade Brasileira de Física – SBF, que tem como público-alvo professores da educação básica, com ênfase investigativa a área de ensino de física. Tem como objetivo “capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da educação básica quanto ao domínio de conteúdos de física e de técnicas atuais de ensino”⁴, tem abrangência nacional e está organizado em polos regionais, hospedados em instituições de ensino superior. O Polo 37 é sediado na Universidade Federal do Pará- UFPA. A dissertação é vinculada à produção de um produto educacional, sua implementação em situações de ensino e no relato da experiência dessa implementação.

Cada produto educacional deve ser transformador em busca de novas propostas metodológicas para o ensino de física superando o *Status Quo* amplamente presente na prática educacional do país. Ao superar o estereótipo da Física como disciplina abstrata e inacessível, é possível favorecer não apenas a compreensão conceitual, mas também a formação crítica e cidadã dos estudantes, em consonância com as demandas contemporâneas da educação científica.

Nessa perspectiva nasce *I Coletânea de Produtos Educacionais para o Ensino de Física – MNPEF, polo 37*, contendo a culminância das pesquisas dos egressos do **Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)**, que em parceria com seus orientadores, dedicaram-se à elaboração de produtos educacionais voltados à Educação Básica. A obra inicia fazendo homenagem a Prof.^a Dra. Fátima Nazaré Baraúna Magno, com o registro de agradecimento da comunidade acadêmica do Mestrado em Ensino de Física da UFPA por sua dedicação as pesquisas no ensino de Física. A seguir, cada capítulo é resultado de pesquisa, reflexão e prática pedagógica, materializando a missão do MNPEF de articular a formação continuada ao compromisso com a melhoria do ensino de Física em sala de aula. Reunindo propostas metodológicas alinhadas às competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), esta coletânea apresenta uma variedade de recursos e estratégias metodológicas. Os produtos educacionais aqui reunidos foram desenvolvidos

4 <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sobre> . (Acesso em 23.08.2025).

no âmbito do MNPEF, Polo 37, e exploram diferentes conteúdos de Física como Hidrostática, Termologia, Acústica, Óptica, Eletricidade e Física Moderna, oferecendo caminhos criativos para despertar o interesse dos estudantes para o conhecimento científico.

Ao adotar metodologias ativas, cada produto educacional contido nesta coletânea busca transformar o aluno em protagonista de seu processo de aprendizagem. Assim, mais do que absorver conteúdos, o estudante é instigado a investigar, refletir, argumentar e aplicar os conhecimentos físicos na análise de situações concretas do seu cotidiano. Essa postura ativa e reflexiva é fundamental para a construção de sujeitos autônomos e críticos, capazes de dialogar com a ciência e compreender seu impacto no mundo contemporâneo.

É importante destacar que o valor desta coletânea vai além do conteúdo apresentado. Ela reflete a construção coletiva de saberes, em que a experiência dos professores-autores, somada à orientação acadêmica dos docentes do programa de pós-graduação, resulta em propostas consistentes, fundamentadas teoricamente e testadas na prática escolar. Assim, cada capítulo carrega não apenas uma estratégia de ensino, mas também a marca da dedicação e do compromisso com a transformação da educação em nosso país.

Convidamos, portanto, cada leitor, a mergulhar nesta obra com olhar aberto e investigativo identificando novas possibilidades no ensino de Física, possibilitando estímulo aos estudantes para se engajarem em uma jornada de descobertas. Que ela inspire novas práticas, provoque reflexões sobre o papel do professor na contemporaneidade e contribua para aproximar ainda mais a Física da realidade de nossos estudantes. Que seja, sobretudo, um instrumento de valorização da docência e de fortalecimento do ensino das Ciências como caminho para a formação de cidadãos plenos, críticos e conscientes de seu papel na sociedade.

*Maria da Conceição Gemaque de Matos
Silvana Perez*

HOMENAGEM A UMA AMIGA!

É de grande importância que a comunidade acadêmica do Mestrado em Ensino de Física da UFPA, na oportunidade da realização de sua IX Jornada Científica do polo 37, possa fazer uma singela e justa homenagem à pessoa da Profa. Fátima Nazaré Baraúna Magno, que nos deixou a um pouco mais de dois anos. Queremos, portanto, iniciar como quem conta uma história de sucesso:



Vocês sabiam que por aqui na UFPA, mais especificamente, no ICEN/UFPA e na Faculdade de Física, atuou uma professora, formada em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte em 1979, na cidade de Natal, e com Doutorado em Engenharia Elétrica, obtido em 2009 pela UFPA; que trabalhou por mais de 40 anos na Física, e que se consolidou ministrando as disciplinas da Graduação, principalmente as de Laboratório Básico e as de Física Básica com competência e cordialidade; que participou do corpo docente; responsável pela montagem e correção das provas do antigo Vestibular da UFPA, tarefa árdua e

de muita responsabilidade; que assumiu várias vezes o cargo de gestão acadêmica, sendo Coordenadora da Faculdade de Física, Diretora do antigo Centro de Ciências Exatas e Naturais, posteriormente, Diretora do Instituto de Ciências Exatas e Naturais, onde demonstrou habilidade para administrar conflitos, cumprir legislação acadêmica, agindo sempre em prol da Universidade e não em próprio benefício, atendendo e resolvendo os mais diversos contratempos e adversidades da administração pública universitária, mas também obtendo êxito em muitas tarefas executadas! Dedicou nos seus últimos anos a formação de recursos humanos para a pesquisa em Ensino de Física, através de sua atuação no GPEF e no REPENSE, onde teve uma relação mais próxima em acompanhar alunas e alunos pesquisadores em projetos de ensino e, posteriormente, com sua participação como docente pesquisadora do MNPEF, onde ministrou disciplinas, orientou dissertações, participou de bancas de mestrado, publicou artigos e participou de eventos acadêmicos,

mas especialmente, marcou presença na maioria das edições da Jornada Científica do MNPEF, onde era admirável seu interesse nato por adquirir conhecimento, mostrando-se sempre disponível em ensinar e repassar conhecimentos! Ela era a universidade em essência, como gostava dos ritos acadêmicos, como viu tanta coisa acontecer por aqui, momentos tristes e momentos gloriosos! Sim, esta pessoa foi a profa. Fátima Baraúna, e esta homenagem vem para acarinhar os corações das amigas e amigos, alunos e orientandos da Fátima, agora saudosos de sua ausência física, e para motivar as novas gerações de alunos da Licenciatura em Física e do MNPEF, de que podemos trilhar a carreira acadêmica com muito trabalho, dedicação, disciplina, resiliência e, sobretudo, plantando boas sementes, que com certeza germinarão no jardim da vida!

Obrigada Fátima, por você ter dedicado sua vida profissional à Física e ao ensino de Física da UFPA.

***Belém, 24 de outubro de 2024.
IX Jornada Científica do MNPEF***

OI! VOCÊ ESTÁ ME OUVINDO?

UMA DISCIPLINA ELETIVA INTERDISCIPLINAR PARA O ESTUDO DO FUNCIONAMENTO DO OUVIDO HUMANO COM EDUCAÇÃO INTERATIVA STEM

Anderson Duarte Monte¹

Silvana Perez²

1. APRESENTAÇÃO

O Material aqui apresentado é o resultado de um trabalho desenvolvido ao longo de dois anos e consiste no Produto Educacional (PE) elaborado para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 37, na Universidade Federal do Pará (UFPA). Ele consiste de um Texto de Apoio ao Professor que apresenta uma proposta de disciplina eletiva no contexto do Novo Ensino Médio (NEM) com enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), tendo como objetos de conhecimento o som e a audição humana. Como Metodologia Didática, é utilizada a Aprendizagem Baseada em Projetos - ABPj (Bender, 2014), com o objetivo de desenvolver competências e habilidades associadas à área das Ciências da Natureza e Matemática.

Assim, usando como âncora do projeto as doenças auditivas recorrentes na sociedade moderna, em função do uso indevido de fones de ouvido, é explorado o funcionamento da audição humana e as transformações de energia envolvidas no processo (Monte, 2024).

Assim, ao construir a proposta utilizou-se como base na estrutura do NEM, especificamente como modelo de uma disciplina eletiva. O período de aplicação da mesma foi equacionado para 01 (um) semestre letivo, ou seja, 02 (dois) bimestres, os quais contam com 02 (dois) módulos aula semanais, totalizando 32 módulos aula de forma presencial.

Para a implementação completa da proposta, é necessário o uso de *smartphone* e/ou computador padrão PC, placas Arduíno com componentes

1 Mestre em Ensino de Física, SEDUC AP, andeduarte@yahoo.com.br.

2 Pós-doutorado em Didática das Ciências pela Universidade de Burgos, Professora Titular da Universidade Federal do Pará, silperez_1972@hotmail.com.

eletrônicos e sensores de captação de som, modelo impresso da representação do sistema auditivo humano. Se necessários podem ser modificados com adaptações.

Para complementação dos encontros presenciais e desenvolvimento da proposta, também é desenvolvida uma etapa não presencial ou remota. Esta etapa tem como objetivo fundamentar os estudantes para a utilização da plataforma Arduino, para posterior construção de um projeto de engenharia proposto como desafio para os estudantes.

Este artigo está dividido da seguinte forma: a sessão 2 traz as discussões sobre o referencial teórico que embasa o desenho da disciplina; a sessão 3 apresenta as etapas da disciplina com o passo a passo da aplicação. Na quarta sessão, são apresentadas as considerações finais, seguidas pelos apêndices com as fichas e materiais para a aplicação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EDUCACIONAL E METODOLOGIA DIDÁTICA

Esta seção revisita alguns pontos do aporte teórico educacional utilizado no desenho da disciplina, a saber a “Aprendizagem Baseada em Projetos” (ABPj) e a “Educação Integrativa STEM”.

2.1 Aprendizagem Baseada em Projetos - ABPj

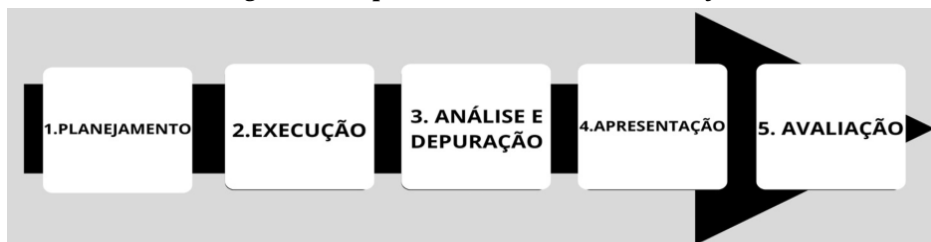
Aprendizagem Baseada em Projetos é um modelo de ensino dinâmico que coloca o aluno em contato com a prática do mundo real por meio da resolução e construção de projetos. Conforme Cecílio e Tedesco (2019), “a ABPj é uma estratégia de ensino e aprendizagem que visa estimular o engajamento e a habilidade de solução de problemas, promovendo o pensamento crítico e o trabalho colaborativo em times”.

A ABPj surgiu no século XX com o objetivo de focar em uma metodologia que desenvolvesse o pensamento flexível e crítico dos estudantes (Machado, 2020). Para Alves et al (2019), a ABPj vem sendo adotada em diversos contextos educacionais, inclusive na área da Engenharia, uma vez que traz motivação a aplicabilidade para o conhecimento adquirido.

Ao utilizar da ABPj, o aluno promove um conhecimento diversificado do assunto abordado, enquanto aprimora algumas habilidades como pensamento e resolução de problemas. Para Alves (2019), “(...) a ABPj refere-se ao envolvimento dos estudantes na realização de um projeto no contexto do mundo real, através do qual se movem em direção ao desenvolvimento de conhecimentos e habilidades relacionadas com o projeto”.

Na Figura 1 encontramos, por meio de um fluxograma, as etapas mais importantes na aplicação da ABPj.

Figura 01: Etapas de desenvolvimento da ABPj.



Fonte: Adaptado de Bento (2011).

2.2 Educação integrativa STEM

A abordagem STEM no ensino, integra Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, tem se destacado como uma abordagem inovadora no ensino, proporcionando uma educação holística, de forma integrada e completa, preparando os alunos para os desafios do século XXI. Quando aplicada ao ensino de Física, essa abordagem pode promover uma aprendizagem significativa, estimulando a criatividade e incentivando o pensamento crítico (Monte, 2024).

Segundo Sanders (2009), inicialmente o modelo de Educação Integrativa STEM foi apresentado com a sigla “SMET”, como abreviação das áreas até então trabalhadas “Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologia”, pela National Science Foundation (NSF), posteriormente sendo alterada por Judith Ramaley para “STEM” por sua sonoridade em inglês.

O projeto já nasceu com o intuito de aproximar as disciplinas de forma integrada, com aplicabilidade em situações do cotidiano do estudante, currículos escolares e as novas tecnologias, objetivando melhorar a aprendizagem e a motivação dos estudantes para as áreas do conhecimento STEM.

Além disso, a tecnologia desempenha um papel fundamental na metodologia STEM. O uso de *softwares* de simulação, realidade virtual e laboratórios virtuais permite que os alunos explorem fenômenos físicos de forma interativa, ampliando as possibilidades de experimentação e análise. Essa abordagem não apenas enriquece a experiência de aprendizagem, como também prepara os estudantes para um mundo cada vez mais digital.

Ao incorporar a metodologia STEM no ensino de Física, criam-se oportunidades para uma aprendizagem mais dinâmica e envolvente, preparando os alunos não apenas para compreender os princípios científicos, mas também para aplicá-los de maneira inovadora nos contextos reais e em suas futuras carreiras.

3. ESTRUTURA DA DISCIPLINA

O projeto traz como âncora ou questão norteadora os problemas da audição, ocasionados pela dinâmica dos jovens com as novas tecnologias presentes em nossas vidas, como *smartphones*, *tablets*, fones de ouvido, entre outros.

Para o desenvolvimento do estudo interdisciplinar com a temática do som e da audição humana, a disciplina foi dividida em quatro momentos comportando duas dimensões, conforme sugere Monte (2024) observadas de forma resumida no Quadro 01.

Quadro 01: Cronograma de desenvolvimento da disciplina.

Dimensão STEM	Dimensão Lógica Programação
1º Momento: Delimitando o problema (04 módulos aula)	Curso de Lógica/Programação em linguagem de Blocos (<u>Ardublock</u> / <u>S4A</u> / <u>mBlock</u>) (08 módulos aula / Paralelamente)
2º Momento: Investigação científica (08 módulos aula)	
3º Momento: Apresentação da teoria (08 módulos aula)	
4º Momento Desenho de Projeto de Engenharia (08 módulos aula)	

Fonte: Montes (2024)

O dimensionamento é desenhado com a estrutura de uma disciplina eletiva para turmas do Ensino Médio, contando com o nome “Oi! Você está me ouvindo?”. Toda a estruturação conforme a nova Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, MEC, 2018), para a aplicação no NEM, pode ser encontrada no Apêndice 1.

Para acompanhar o desenvolvimento da proposta por parte dos estudantes, uma ficha de avaliação é utilizada. É importante que se adeque a avaliação à estrutura pedagógica da unidade escolar, mas sendo de suma importância que se possa acompanhar e avaliar os estudantes no decorrer da proposta. A seguir apresentaremos a dimensão STEM, que correspondeu a metade da carga horária do curso.

3.1 Primeiro Momento (4 módulos-aula) - DIMENSÃO STEM

As atividades iniciam com a resolução da Atividade 1 (Apêndice 2) pelos alunos. Esta atividade é fundamental para a verificação das percepções que os alunos possuem sobre o som. A seguir ocorre a apresentação da âncora do projeto com o uso de vídeos, começando com um vídeo com a temática dos

aparelhos eletrônicos e os malefícios do seu uso excessivo.

A seguir, é apresentado um vídeo com direcionamento para a problemática das doenças auditivas provocadas pelo uso de fones de ouvido. Este tema é relevante, pois atualmente os jovens costumam utilizar excessivamente *smartphones* e fones de ouvido.

A Figura 02 apresenta alguns vídeos que podem ser utilizados para este momento inicial. Caso haja a possibilidade, o vídeo pode ser substituído por uma palestra de um profissional de saúde especialista nessa área, como um fonoaudiólogo, um médico otorrinolaringologista ou outro profissional afim.

Figura 02: Vídeos que podem ser utilizados na apresentação da âncora do projeto.

1. Conversa breve com a otorrinolaringologista do HC-FMUSP e do Hospital Israelita Albert Einstein, Dra. Paula Tardim Lopes, para entender o que acontece com os ouvidos quando são expostos a um volume muito alto, ver em <https://youtu.be/kIYGWs9oKso>.



2. Qual tipo de fone de ouvido e os níveis de som são adequados para evitar surdez e favorecer a audição, assistir em https://youtu.be/JrAF4G4-_Dw.

3. Nomofobia é o medo de ficar sem o seu celular, ver em <https://youtu.be/GJW7p4uRHDY>.



4. Uso de aparelhos eletrônicos pode causar dependência e problemas de saúde em crianças, ver em <http://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/videos/v/uso-de-aparelhos-eletronicos-pode-causar-dependencia-e-problemas-de-saude-em-criancas/7898918/>.

Fonte: Monte (2024)

Após a apresentação dos vídeos, é realizada uma roda de conversa com os estudantes, durante a qual é levantada a questão sobre as suas impressões acerca do uso exagerado dos aparelhos eletrônicos e o quanto eles se veem nessa situação, bem como realizar a análise das respostas oferecidas pelos alunos no preenchimento da Atividade 1.

Na Atividade 1 são apresentados questionamentos como: “o que é o som?”, “como funciona o nosso aparelho auditivo?” e “o aparelho auditivo humano consegue escutar todos os tipos de som?”. Utilizando as respostas dadas

pelos estudantes, pode-se ter a noção do quanto eles possuem de conhecimento sobre essa temática e assim selecionar melhor os recursos para as próximas etapas de ensino.

3.2 Segundo Momento (8 módulos-aula) - DIMENSÃO STEM

De maneira a utilizar a Educação Integrativa STEM, com o auxílio da área da Biologia é apresentada aos estudantes a estrutura e funcionamento do ouvido humano. Como recurso multimídia, utiliza-se o aplicativo³ para celular/*tablet* do Mozaik 3D sobre o ouvido e o aparelho auditivo (Figura 3).

Figura 03: QR Code do App Mozaik3D: O ouvido e o aparelho auditivo.



Fonte: Monte (2024)

Caso seja necessário, o professor pode também lançar mão do uso de um emulador para ambiente Windows do sistema operacional Android, denominado *BlueStacks*, que traz a possibilidade de utilização do *aplicativo* Mozaik3D dentro de um sistema operacional Windows (Figura 4).

Figura 04: Janela do emulador BlueStacks com o app Mozaik3D.



Fonte: Monte (2024)

³ O aplicativo pode ser encontrado para dispositivos Android direto na *PlayStore* ou ainda pelo endereço eletrônico https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rendernet.hearing&hl=pt_BR&gl=US.



Fonte: Monte (2024)

Este emulador pode ser encontrado no endereço eletrônico: <https://www.bluestacks.com/pt-br/index.html>.

Caso os estudantes ou a escola onde a atividade será aplicada não possuam acesso à internet, pode ser disponibilizado aos mesmos a possibilidade de instalação e uso *offline* do aplicativo, que pode ser baixado antecipadamente no endereço eletrônico: <https://apkcombo.com/pt/mozaik3d-learning-is-fun/com.rendernet.mozaik3dviewer/>.

Dentro do aplicativo, há alguns pequenos exercícios, em um total de 19 perguntas, que os estudantes estarão realizando, para uma melhor fixação do tema abordado e posterior discussão a respeito deles.



3.3 Terceiro Momento (8 módulos-aula) - DIMENSÃO STEM

Neste momento, por meio de aulas expositivas dialogada, e baseadas nas respostas apresentadas no primeiro momento pelos estudantes, são abordados os conceitos físicos e biológicos relevantes para o projeto, mais especificamente o que é o som e as suas propriedades, ressaltando a ideia do transporte de energia pelas ondas e as qualidades fisiológicas do som, que são perceptíveis exatamente pelo aparelho auditivo humano. O Texto 1 (Apêndice 3) traz um material auxiliar para o professor utilizar com o estudante no entendimento dessa seção, em particular no entendimento do funcionamento do aparelho auditivo.

3.4 Quarto Momento (8 módulos-aula) - DIMENSÃO STEM

Como forma de se obter um mecanismo de verificação do funcionamento do aparelho auditivo humano e para estimular a criatividade, a vontade científica e as habilidades de engenharia dos estudantes, é proposto um desafio aos mesmos: a construção de um simulador de ouvido humano utilizando a plataforma Arduino. Vale salientar que em paralelo à dimensão STEM, os estudantes estarão trabalhando a dimensão Lógica de Programação, conforme Quadro 1.

O Arduino é uma plataforma eletrônica *open-source* que consiste em uma placa única com um microcontrolador Atmel (ATmega328). No projeto de engenharia aqui apresentado, iremos fazer uso do Arduino Uno R3, que possui

em sua estrutura de placa 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP e um botão de reset.

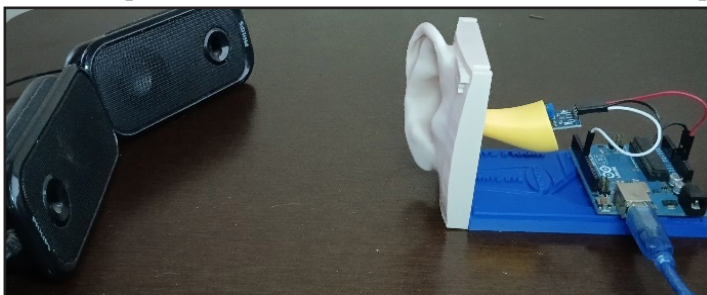
Todos esses recursos de *hardware* são controlados por meio de um programa sketch no Arduino. Na construção dos programas de Arduino também se utiliza uma linguagem de programação, chamada de linguagem de programação de alto nível. A linguagem de programação utilizada no Arduino é baseada na linguagem *Wiring* e o ambiente de desenvolvimento é baseado no ambiente *Processing*.

O ambiente de programação da placa Arduino é o Arduino IDE, que é uma aplicação em Java baseada na IDE *Processing.org* em execução no Microsoft Windows, Mac OS X e Linux. Sua programação é feita através de linhas de comando modelada a partir da linguagem *Wiring*; quando pressionado o botão upload da IDE, o código escrito com base na linguagem C e C++ é transmitido para o compilador, que realiza a tradução dos comandos para uma linguagem que pode ser compreendida pelo microcontrolador (Assembly) para chegar até a avr-gcc. Não iremos nos aprofundar neste estudo, pois o objetivo aqui é trabalhar com a programação em blocos, mas será através dessa aplicação que iremos realizar a utilização da programação em blocos.

Para evitar o inconveniente da dificuldade em se apresentar uma linguagem de programação aos estudantes, como alternativa didática e metodológica, pode utilizar a linguagem Ardublock, uma programação gráfica através de blocos encaixáveis pré-programados (Circuitar, 2018).

Em Montes (2024), pode-se encontrar um material completo para o professor utilizar com o estudante para o desenvolvimento da dimensão Lógica Programação, bem como para a construção do protótipo do ouvido humano, em particular na instalação do Arduino, Ardublock em diversos sistemas operacionais, bem como em diversos dispositivos e no desenvolvimento do protótipo de ouvido humano (Figura 05).

Figura 05: Protótipo de Ouvido Humano desenvolvido como artefato do projeto.



Fonte: Monte (2024).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Produto Educacional aqui apresentado constituiu-se de uma proposta de disciplina eletiva no contexto do NEM, originalmente desenhada e implementada na cidade de Macapá-AP, para abordar o ouvido humano de maneira interdisciplinar e com o uso de robótica educacional com um enfoque STEM.

A disciplina é desenhada para ser desenvolvida em duas dimensões: uma na qual os conceitos científicos são abordados e o artefato é construído, no caso um protótipo de ouvido humano; e outra onde a lógica de programação é trabalhada com os estudantes.

Dado o caráter interdisciplinar do tema, pouco explorado no ensino tradicional, o desenho apresentado foi pensado de forma a integrar as disciplinas de Biologia e Física, buscando um entendimento mais complexo do funcionamento do ouvido humano.

Finalmente, espera-se que o trabalho aqui apresentado possa servir de apoio para facilitar planejamentos de ensino de Física, em especial ao conceito do som e o seu caráter interdisciplinar com outras áreas de conhecimento, como a apresentada, reforçando a produção e aplicação dos conceitos da ciência no âmbito do Ensino Médio, trazendo um maior protagonismo do aluno na construção desses conhecimentos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, P.; MORAIS, C.; MIRANDA, L. **Aprendizagem Baseada em Projetos num Curso Técnico Superior Profissional de Desenvolvimento de Software**. Espaço Pedagógico, v.26 n. 2, p.423-455. Passo Fundo, maio/ago 2019.
- BENDER, William M. **Aprendizagens Baseadas em Projetos: Educação diferenciada para o século XXI**. Editora Penso. Porto Alegre, 2014.
- BENTO, E. J. **Aprendizagem por Projetos para o desenvolvimento de competências: Uma nova proposta para a educação profissional**. Dissertação (Mestrado – Pós-graduação em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas: PUC – Campinas, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- CECÍLIO, W. A. G.; TEDESCO, D. Guimarães. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Relato de Experiência na Disciplina de Geometria Analítica**. Ver. Docência Ensino Superior, v.9, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/>. Acesso em 15 de abril de 2021.

CIRCUITAR, **Ardublock - Programação Gráfica para Arduino**, 2018. Disponível em: < <https://www.circuitar.com.br/tutoriais/ardublock-programacao-grafica-para-arduino/index.html>>. Acesso em: 18 de jun. de 2021.

MACHADO, A. C. L. **Pelos Fios Literários: Uma Proposta de Ensino Aliando Aprendizagem Baseada em Projetos, Tecnologia e Literatura**. Revista ENTRELETRAS, v. 11, n. 1. Araguaína, 2020. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/>. Acesso em 15 de abril de 2021.

MONTE, A. D. **A audição humana e os processos de transformação de energia**: um projeto interdisciplinar para o ensino médio com o uso da educação interativa STEM. Dissertação de Mestrado. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física/ Universidade Federal do Pará, 2024.

SANDERS, M. **STEM, STEM education, STEM mania**. Technollogy Teacher, 68(4), p. 20-26, 2009.

APÊNDICE 1

Folder de Apresentação da Disciplina Eletiva

Oi!

VOCÊ ESTÁ ME OUVINDO?



APRESENTAÇÃO

Em nossa sociedade pós-moderna o uso exagerado e descuidado de aparelhos eletrônicos tem causado uma epidemia de problemas auditivos, visuais, dentre outros, principalmente no público mais jovem.

Na disciplina “Oi! Você está me ouvindo?” será realizada uma investigação científica buscando compreender como se dá o desenvolvimento desses problemas auditivos e entender o funcionamento do aparelho auditivo humano.

Durante o decorrer do processo de investigação, serão abordados aspectos referentes ao estudo do Som. Sua evolução histórica e conceito moderno; propriedades; transporte de energia; suas qualidades fisiológicas, entre outros aspectos.

Nessa disciplina todos serão convidados a resolver desafios e buscar soluções para a problemática dos problemas auditivos oriundos do uso exagerado ou do mal uso dos aparelhos eletrônicos modernos.

Além da investigação científica, também será desenvolvido um projeto de engenharia, onde os estudantes serão desafiados a construir um simulador de ouvido humano. Neste projeto, terão a oportunidade de desenvolver várias habilidades ligadas programação e ao uso da plataforma Arduino.

Além disso, os estudantes serão incentivados a participar de diversas atividades práticas, de aulas de campo e de eventos locais e regionais concernentes a área de estudo.

COMPETÊNCIAS

Dos Itinerários Formativos Associadas às Competências Gerais da BNCC

Investigação Científica

(EMIFCG01) Identificar, selecionar, processar e analisar dados, fatos e evidências com curiosidade,

CARGA HORÁRIA

Semestral – Semana (02 aulas)
Carga horária total (40 aulas)

EIXOS ESTRUTURANTES PERCORRIDOS

Investigação Científica;
Processos Criativos.
Mediação e Intervenção Sociocultural.

COMPONENTES CURRICULARES E CONHECIMENTOS ARTICULADOS

Será abordada a Física do Som na explicação dos conceitos gerais para a investigação científica, bem como o processo de funcionamento do ouvido humano através da Biologia.

No projeto de engenharia a programação em blocos será desenvolvida para se utilizar a plataforma Arduino, no processo de construção de um simulador de ouvido humano.

PERFIL DO DOCENTE

- ✓ Possuir licenciatura em Ciências da Natureza (Biologia ou Física) ou Matemática;
- ✓ Possuir conhecimentos de programação em Arduino em nível intermediário para cumprimento da proposta da unidade curricular.

atenção, criticidade e ética, inclusive utilizando o apoio de tecnologias digitais.

(EMIFCG03) Utilizar informações, conhecimentos e ideias resultantes de investigações científicas para criar ou propor soluções para problemas diversos.

Processos Criativos

(EMIFCG05) Questionar, modificar e adaptar ideias existentes e criar propostas, obras ou soluções criativas, originais ou inovadoras, avaliando e assumindo riscos para lidar com as incertezas e colocá-las em prática.

(EMIFCG06) Difundir novas ideias, propostas, obras ou soluções por meio de diferentes linguagens, mídias e plataformas, analógicas e digitais, com confiança e coragem, assegurando que alcancem os interlocutores pretendidos.

Mediação e Intervenção Sociocultural

(EMIFCG07) Reconhecer e analisar questões sociais, culturais e ambientais diversas, identificando e incorporando valores importantes para si e para o coletivo que assegurem a tomada de decisões conscientes, consequentes, colaborativas e responsáveis.

(EMIFCG09) Participar ativamente da proposição, implementação e avaliação de solução para problemas socioculturais e/ou ambientais em nível local, regional, nacional e/ou global, corresponsabilizando-se pela realização de ações e projetos voltados ao bem comum.

OBJETIVOS

- Desenvolver nos alunos do Ensino Médio o gosto pela pesquisa científica ampliando o conhecimento e visão de mundo a partir de uma ótica científica.
- Promover o caráter interdisciplinar do processo de ensino e aprendizagem, uma vez que o espírito crítico e inventivo são habilidades que se almejam desenvolver e aprimorar.
- Possibilitar a contextualização da ciência por meio de estratégias de resolução e elaboração de problemas reais.
- Desenvolver situações de aprendizagem com o uso de tecnologias e utilização do processo de engenharia.
- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente sobre os assuntos que serão abordados.

✓ Conhecimento de metodologias de aprendizagem e tecnologias, que estabeleça a dinâmica do incentivo a pesquisa, autonomia, protagonismo e o desenvolvimento das competências esperadas dos estudantes (STEAM, CTSA, ...).

RECURSOS

- ✓ Dispositivos com acesso à internet (Computadores, Tablets ou Celulares) e ferramentas básicas de programação e edição de textos, lousa digital ou Datashow.
- ✓ Calculadora científica, Planilhas eletrônicas como ferramentas que simplificam os cálculos nas soluções de problemas contextualizados pelos estudantes e pelo professor.
- ✓ Placas Arduino, componentes eletrônicos e sensores.
- ✓ Material como silicone líquido, gelatina sem sabor, bicarbonato de sódio, gesso, entre outros para produção de moldes e modelos.
- ✓ Acervo impresso e digital de material de pesquisa.
- ✓ Sugestão: Parceria da Escola com uma Universidade (Estadual, Federal ou Particular) ou Instituto Federal que possuem grupos de pesquisa ou projetos sobre o assunto em uma abordagem multidisciplinar.

HABILIDADES

ORGANIZADOR CURRICULAR

EIXO ESTRUTURANTE:

INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

Habilidades Específicas dos Itinerários Formativos**Associadas aos Eixos Estruturantes:**

(EMIFCNT01) Investigar e analisar situações-problema e variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.

(EMIFCNT03) Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a dinâmica dos fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.

Habilidades da BNCC:

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

HABILIDADES

EIXO ESTRUTURANTE:

PROCESSOS CRIATIVOS

Habilidades Específicas dos Itinerários Formativos**Associadas aos Eixos Estruturantes:**

(EMIFCNT05) Selecionar e mobilizar intencionalmente recursos criativos relacionados às Ciências da Natureza para resolver problemas reais do ambiente e da sociedade, explorando e contrapondo diversas fontes de informação.

HABILIDADES

(EMIFCNT06) Propor e testar soluções éticas, estéticas, criativas e inovadoras para problemas reais, considerando a aplicação de design de soluções e o uso de tecnologias digitais, programação e/ou pensamento computacional que apoiem a construção de protótipos, dispositivos e/ou equipamentos, com o intuito de melhorar a qualidade de vida e/ou os processos produtivos.

Habilidades da BNCC:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

EIXO ESTRUTURANTE:

MEDIAÇÃO E INTERVENÇÃO SOCIOCULTURAL

Habilidades Específicas dos Itinerários Formativos

Associadas aos Eixos Estruturantes:

(EMIFCNT08) Selecionar e mobilizar intencionalmente conhecimentos e recursos das Ciências da Natureza para propor ações individuais e/ou coletivas de mediação e intervenção sobre problemas socioculturais e problemas ambientais.

(EMIFCNT09) Propor e testar estratégias de mediação e intervenção para resolver problemas de natureza sociocultural e de natureza ambiental relacionados às Ciências da Natureza.

Habilidades da BNCC:

(EM13CNT207) Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

Ênfase em aspectos conceituais e de contextualização:

Desenvolver as competências específicas relacionadas a unidade curricular, seus procedimentos, conceitos e relações, métodos, algoritmos e técnicas que permitem

**OBJETOS DE
CONHECIMENTO**

resolver os problemas contextualizados de forma contemporânea, aplicados ao dia a dia dos estudantes.

Âmbitos de abordagens:

- ✓ Elaborar atividades de investigação para identificação e resolução de problemas;
- ✓ Desempenhar atividades de gerenciamento e trabalho em grupo;
- ✓ Comunicar verbalmente e de forma escrita para transmitir informações;
- ✓ Adaptar-se às mudanças das condições de trabalho se comportando de maneira ética e com autonomia intelectual e pensamento crítico;
- ✓ Desenvolver projeto de engenharia para o melhor entendimento do mecanismo de funcionamento do ouvido humano;
- ✓ Desenvolver uma sólida base de conhecimentos científicos, matemáticos e tecnológicos;

Base do Conteúdo:

O conteúdo será pautado em três disciplinas: A Física, a Biologia e a Engenharia. Aqui será apresentado o que é som e todo o estudo relacionado ao mesmo; o aparelho auditivo humano e o seu funcionamento e a utilização da plataforma Arduino, a sua programação e montagem do circuito necessário para o desenvolvimento do projeto de engenharia.

Primeira Parte (Física)

Acústica

1. Introdução ao estudo do Som
2. Propagação do som e sua velocidade
3. Qualidades fisiológica do Som.

Segunda Parte (Biofísica)

Biofísica da Audição

4. Anatomia Funcional do aparelho auditivo
5. Captação e condução do som
6. Músculo Estapédio e modulação do som

SUGESTÕES DIDÁTICAS METODOLÓGICAS

As estratégias metodológicas irão pautar-se no marco teórico educacional da aprendizagem significativa crítica e no marco teórico metodológico na Educação Integrativa STEM. As atividades trabalhadas, além de visar que os estudantes as desenvolvam, visam também que estes reflitam sobre o ato de aprender e se apropriem por meio da prática do que foi aprendido.

Nesse sentido, propõem-se como atividades metodológicas possíveis:

- ✓ Questionário (Google Formulário) com envelope de avaliação de conhecimentos prévios, cujos resultados podem ser retomados ao final para que os estudantes avaliem seu nível de progresso no curso em relação aos seus conhecimentos iniciais.
- ✓ Uso de tutorias para aprender a usar recursos/ferramentas, principalmente aqueles que serão muito utilizados no decorrer da disciplina;
- ✓ Vídeos de apresentação de situações para análise e discussão;
- ✓ Simulação de situações-problema por meio de gamificação e/ou projeções síncronas de animação;
- ✓ Grupo no WhatsApp para suporte e orientação técnica;
- ✓ Produção de trabalhos em grupo e/ou individual, como: projetos, portfólios, vídeos, blogs, páginas web, games, maquetes virtuais, etc.
- ✓ Feedbacks esquemático ou por meio de micro vídeos;
- ✓ Fórum de Autoavaliação.

PARTICIPANTES

Alunos da 2ª série do Ensino Médio
Quantidade: 20 a 25 alunos por turma.

AVALIAÇÃO

A avaliação com foco na promoção da aprendizagem, dentro da perspectiva formativa, considerando como diagnóstica e não classificatória, deverá promover e reorientar aquilo que ainda não foi aprendido, subsidiando decisões das ações pedagógicas e a construção dos melhores resultados.

Serão realizadas três atividades avaliativas, utilizando distintos instrumentos, sendo que o instrumento de avaliação com maior pontuação será desenvolvido de forma presencial com acompanhamento das suas etapas de construção.

A avaliação será construída com base nos objetivos da disciplina e em consonância com o conteúdo e metodologia aplicados, de modo que os instrumentos avaliativos sejam capazes de evidenciar as possíveis transformações criticamente elaboradas pelos alunos ao longo do seu processo de aprendizagem, tendo como referência que os aspectos qualitativos deverão prevalecer aos aspectos quantitativos.

Além da avaliação feita pelo professor, os colegas de turma também irão avaliar de forma colaborativa os materiais produzidos.

Ao avaliar, o professor irá verificar se as produções:

- ✓ atendem ao tema delimitado;
- ✓ expressam de forma adequada as informações e a contextualização;
- ✓ apresentam justificativas e argumentos que sustentam a finalização;

FONTES DE INFORMAÇÃO/ REFERÊNCIAS



- ✓ têm caráter autoral, ou seja, que não sejam cópias (plágios).

Assim, enfatiza-se a importância de diversificar as formas de avaliação da aprendizagem, considerando-a como processo e não como forma de classificação, punição ou bonificação. O desempenho deve expressar o grau em que foram alcançados os objetivos do componente curricular e será expresso em notas.

HELOU; GUALTER; NEWTON. Física, vol. 2. São Paulo: Editora Saraiva, 2018.

LESSA, Valéria et al. Programação de Computadores e Robótica Educativa na Escola: tendências evidenciadas nas produções do Workshop de Informática na Escola. Anais do XXI Workshop de Informática na Escola, 2015.

MOURÃO JÚNIOR, C. A.; ABRAMOV, D. M. Biofísica essencial. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2012.

WALKER, Jearl. O Circo Voador da Física. 2ª Edição. LTC, 2008.

APÊNDICE 2 - Atividade 1



Oi!

VOCÊ ESTÁ ME OUVINDO?

CIÊNCIAS DA
NATUREZA
E SUAS TECNOLOGIAS

Professor(a):

Professor(a):

Atividade 1

01. Você costuma utilizar fones de ouvido diariamente? Caso positivo, quantas horas por dia você costuma utilizá-los?
02. Você acha que o uso de fones de ouvido pode deixar uma pessoa doente, surda, etc.?
03. Explique o que é o som?
04. O aparelho auditivo do ser humano consegue escutar todos os tipos de som ou há sons que não são escutados?
05. Explique como funciona o nosso aparelho auditivo.

APÊNDICE 3

Texto 1 - O estudo do Som

Verificar a integra acessando a dissertação através do endereço eletrônico:

<https://mnpef.propesp.ufpa.br/index.php/br/teses-e-dissertacoes/dissertacoes/222-2024>

Ou através do QR-Code:



CONSTRUINDO O CONCEITO DE REFRAÇÃO EM UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA PARA O 3º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Evaldo Cunha Marques¹

Silvana Perez²

Simone da Graça de Castro Fraiha³

1. APRESENTAÇÃO

O Material aqui apresentado é o resultado de um trabalho desenvolvido ao longo de dois anos e consiste no Produto Educacional (PE) elaborado para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pelo UFPA. O principal instrumento educacional confeccionado é um Texto de Apoio ao Professor de Ciências do Ensino Fundamental, que inicialmente discute aspectos gerais do uso do Ensino Por Investigação nas aulas de Ciências, para a seguir apresentar duas propostas didáticas investigativas, uma desenhada para o 3º ano do ensino fundamental e outra para o 6º ano. Em ambas propostas didáticas, são trabalhados conceitos básicos da refração e sua relação com a decomposição da luz branca, associados com a formação do arco-íris. O PE é resultado da dissertação de mestrado intitulada «Construindo o conceito de refração com o uso de uma proposta investigativa no 3º ano do Ensino Fundamental» (Marques, 2020).

Ambas propostas didáticas estão organizadas em cinco etapas, previstas para acontecer em quatro horas-aula, sendo recomendável a sua execução em um único dia ou dividindo-a em dois dias de aplicação.

Para o desenvolvimento da proposta, independentemente do nível educacional, são necessários os seguintes materiais: folha com o texto para leitura inicial, ficha com perguntas das etapas da proposta, laser, lanterna, prisma caseiro, espelho pequeno, água, óleo de cozinha e mel, computador com projetor,

1 Mestre em Ensino de Física, SEDUC PA, evaldo.marques@escola.seduc.pa.gov.br.

2 Pós-doutorado em Didática das Ciências pela Universidade de Burgos, Professora Titular da Universidade Federal do Pará, silperez_1972@hotmail.com.

3 Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará, Professora Titular da Universidade Federal do Pará, fraiha@ufpa.br.

simulador computacional *Phet Simulation*⁴ (para estudar o desvio da luz), e o episódio “O arco-íris”, do desenho animado Show da Luna ou o episódio do desenho animado “De onde vem?”, que tem como personagem a Kika.

Este artigo está dividido da seguinte forma: a sessão 2 traz as discussões sobre o referencial teórico que embasa as propostas didáticas; a sessão 3 apresenta as cinco etapas da proposta didática investigativa com o passo a passo da aplicação. Na quarta sessão, são apresentadas as considerações finais, seguidas pelos apêndices com as fichas e materiais para a aplicação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO EDUCACIONAL E METODOLOGIA DIDÁTICA

2.1. Por que e como ensinar ciências?

Os fenômenos naturais sempre encantam os seres humanos, e a sua compreensão e da natureza continuamente foram um desafio para os cientistas ao longo do tempo. Porém, os métodos e procedimentos usados pelos estudiosos da ciência, bem como os conhecimentos científicos adquiridos ao longo da história, não podem ficar restritos a este grupo, pois a ciência e a sociedade não podem ser reconhecidas apartadas uma da outra (Sasseron, 2015).

Além disso, não se pode ignorar os avanços e transformações sofridas pela ciência e pela sociedade a todo instante, sendo as duas transformadas e transformadoras. Neste sentido, a escola desempenha um papel importante na divulgação dos conhecimentos desta cultura científica, promovendo a enculturação dos alunos, na busca por entender como os fenômenos ocorrem, por exemplo, o arco-íris. (Sasseron, 2015).

As diretrizes nacionais na área educacional corroboram este entendimento. Por exemplo, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em dezembro de 2017, tratando do ensino de ciências no ensino fundamental, destaca a importância do Letramento Científico (LC), ao reforçar que:

A área de ciências da natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências (Brasil, p. 319, 2017).

Apoiado neste documento, elaborou-se duas propostas didáticas com abordagem investigativa que buscam potencializar o desenvolvimento das capacidades associadas com a alfabetização científica (AC) de alunos do terceiro e sexto ano do Ensino Fundamental (EF).

⁴ Este software pode ser feito o download na opção copiar, para uso off-line pelo site: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light.

O tema é a refração da luz, diretamente associada ao fenômeno da formação do arco-íris, que, enquanto fenômeno natural, sempre causa grande admiração, principalmente nas crianças, ao evidenciar o aparecimento de várias cores do espectro de luz, em uma configuração visualmente muito bonita. Vale salientar que, na etapa educacional considerada, conforme reforçam Azevedo e Abib (2018), as crianças não operam com os nexos conceituais que compõem o núcleo do conceito de refração da luz para explicar a formação do arco-íris, mas sim com elementos que na aparência se assemelham a esse conceito ou a esse significado.

A BNCC (Brasil, 2017), na unidade temática matéria e energia para o 3º ano do EF, trata da interação entre luz e matéria e define as habilidades esperadas após esse estudo, que o aluno deve:

Experimental e relatar o que ocorre com a passagem da luz através de objetos transparentes (copos, janelas de vidro, lentes prismas, água etc.), no contato com superfícies polidas (espelhos) e na intersecção com objetos opacos (paredes, pratos, pessoas e outros objetos de uso cotidiano) (Brasil, p. 337, 2017).

Dessa forma, as duas propostas didáticas com abordagem investigativa aqui apresentadas visam contribuir com a AC dos estudantes, em sintonia com os anseios da BNCC, auxiliando assim os docentes a alcançar os objetivos traçados pelo documento nacional, que relata que o ensino de ciências deve apresentar aos alunos situações nas quais eles possam: definir problemas; levantar, analisar e representar hipóteses; comunicar dados e elaborar intervenções.

2.2. O Letramento Científico e o cidadão do novo milênio

Para analisar a importância do Letramento Científico (LC), primeiramente é preciso entender que esse termo tem diversas denominações, dependendo de qual local esteja sendo tratado. Sasseron e Carvalho (2011) em seu trabalho “Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica” destacam que autores de língua espanhola e francesa usam o termo “Alfabetização Científica”, enquanto nas publicações de língua inglesa a tradução se dá por “Letramento Científico”.

Neste trabalho optamos por usar o termo Letramento Científico, para determinar o conjunto de práticas às quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos dele (Sasseron e Machado, 2017). Conforme ressalta Sasseron (2018):

Um objetivo do ensino de ciências voltado a que os sujeitos possam conhecer as ciências, reconhecer os modos como às ciências entendem os fenômenos, utilizar esses modos de estruturar ideias e pensamentos para a análise de fenômenos e de situações a eles relacionadas e tomar suas decisões (quaisquer que sejam) considerando tais aportes. (Sasseron, p. 1068, 2018)

A BNCC também reforça tal entendimento, nas competências específicas de Ciências da Natureza para o EF, ao expressar que é necessário:

Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. (Brasil, p. 324, 2017).

Pensando em promover o LC nas aulas de ciências e na avaliação da implementação da mesma, Sasseron (2015), Carvalho e Sasseron (2011), apud Sasseron e Machado (2017) propõem maneiras de considerar o planejamento das aulas, observando o que elas chamam de Eixos estruturantes da AC, que são três:

- (a) a compreensão básica de termos e conceitos científicos, retratando a importância de que os conteúdos curriculares próprios das ciências sejam debatidos na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual;
- (b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática, deflagrando a importância de que o fazer científico também ocupa espaço nas aulas de mais variados modos, desde as próprias estratégias didáticas adotadas, privilegiando a investigação em aula, passando pela apresentação e pela discussão de episódios da história das ciências que ilustrem as diferentes influências presentes no momento de proposição de um novo conhecimento;
- (c) o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, permitindo uma visão mais completa e atualizada da ciência, vislumbrando relações que impactam a produção de conhecimento e são por ela impactadas, desvelando, uma vez mais, a complexidade existente nas relações que envolvem o homem e a natureza.

Vale observar que as autoras expõem os eixos estruturantes para a AC, e ressaltam que não são pontos como “Leis” imutáveis na elaboração do conhecimento científico, mas norteiam a organização do planejamento das aulas de ciências.

Sasseron e Machado (2017) comentam que as concepções de LC desenvolvidas no ambiente escolar ancoram-se fortemente na ideia do engajamento dos estudantes com a investigação de problemas apresentados a eles.

Diante do exposto, como perceber se durante ou após o desenvolvimento das aulas baseadas nos eixos estruturantes da AC, o aluno conseguiu desenvolver-se cientificamente? Para analisar se o processo de LC obteve êxito na evolução dos alunos, Sasseron e Carvalho (2011) propuseram os indicadores de AC, cuja

função é classificar ações no trabalho em sala de aula de modo a diagnosticar se a AC está em processo de desenvolvimento entre os alunos. Vale ressaltar que os indicadores são originários da análise de atividades de investigação, desenvolvida por elas, com alunos em sala de aula. Abaixo são apresentados tais indicadores:

- (a) A seriação de informações é um dos indicadores da AC. Ela deve surgir quando se busca o estabelecimento de bases para a ação investigativa;
- (b) A organização de informações ocorre nos momentos em que se discute como o trabalho foi realizado;
- (c) A classificação de informações aparece quando se busca estabelecer características comuns para os dados obtidos, podendo haver uma hierarquia para essas informações;
- (d) O raciocínio lógico que compreende como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e o raciocínio proporcional que mostra como se estrutura o pensamento;
- (e) O levantamento de hipóteses aponta momentos em que suposições sobre determinado tema são levantadas;
- (f) O teste de hipóteses se refere às etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas;
- (g) A justificativa aparece quando em uma afirmação proferida se lança mão de uma garantia para o que é proposto;
- (h) O indicador da previsão é explicitado quando se afirmar uma ação e/ou fenômeno que se sucede associado a determinados acontecimentos;
- (i) A explicação surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas.

Vale ressaltar que ao analisar aulas de ciência que tenham a intenção de promover o LC, não se pode esperar que os indicadores ocorram ao longo do processo seguindo uma ordem cronológica. Como observa Sasseron (2015), os indicadores não devem ser avaliados na perspectiva de ocorrência cronológica, pois representam, de modo mais específico, o envolvimento evidenciado ao longo de processos de discussão e resolução de problemas ligados às ciências e trabalhados em situações de ensino.

2.3. Ensino de ciências investigativo

Neste trabalho, são apresentadas duas propostas investigativas, para tratar do processo de construção do conhecimento por meio da investigação de um problema do cotidiano do aluno, utilizando sempre como ponto de partida o

que o discente já dispõe em sua estrutura cognitiva, ou seja, seus conhecimentos prévios. Para Moreira (2009), uma das condições para ocorrência de aprendizagem com significado é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal, tratando acerca do material utilizado em sala de aula.

O processo investigativo pode ser desenvolvido em qualquer nível de ensino, porém, as séries iniciais do EF são o local ideal para trabalhar com esta metodologia, pois nesta etapa os alunos estão nos primeiros contatos com a escola e em particular com ensino de ciências e os seus processos de ensino tendo, assim, papel fundamental para a sequência de aprendizagem. Se esse primeiro contato com a ciência for desagradável, trazendo apenas um trabalho de memorização, será muito difícil que esse educando consiga ao longo de sua vida escolar amenizar essa frustração (Carvalho et al, 2009).

Para que o primeiro momento do aluno com os processos de ensino, e em particular com o ensino de ciências, seja prazeroso e estimule a busca por conhecimento, o professor desempenha papel importante, como comenta Carvalho et al (2009):

O trabalho do professor deve direcionar-se totalmente para a aprendizagem dos alunos. Não existe um trabalho de ensino se os alunos não aprendem. É necessário que o professor tenha consciência de que sua ação durante o ensino é responsável pela ação do aluno no processo de aprendizagem (Carvalho, p. 10, 2009).

Pensando na investigação científica, a mesma pode ocorrer de diversas formas, dependendo das condições disponíveis e as especificidades do que se investiga. Sasseron (2018) afirmam que toda investigação científica deve envolver um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação. Porém, outros autores relatam que a elaboração de hipóteses não é necessariamente uma regra: embora pesquisas experimentais tradicionais normalmente incluam uma hipótese formalmente declarada, isso não é necessário ou típico em outros desenhos metodológicos, como por exemplo, na pesquisa descritiva e correlacional (Lederman et al 2019).

Para Hudson (1992) Apud Carvalho (2014), os estudantes desenvolvem uma melhor compreensão dos conteúdos quando tem a oportunidade de investigá-lo. Dessa forma, o aluno é levado a pensar e agir nos processos investigativos partindo de uma linguagem coloquial para uma linguagem científica e chegando na linguagem matemática, assim conseguindo entender a natureza das ciências.

A elaboração das propostas didáticas aqui apresentadas considerou que os alunos não devem pensar ou se comportar como cientistas, pois eles não

têm nem idade, nem conhecimentos específicos e nem desenvoltura no uso das ferramentas científicas para tanto (Carvalho et al 2018). O desenho das propostas baseou-se no trabalho de Ana Maria Pessoa de Carvalho e colaboradores, em 2013, que propõem atividades investigativas baseadas no que denominam Sequência de Ensino Investigativo (SEI), que são um conjunto organizado de atividades investigativas, para trabalhar determinado tema, cujo foco principal é o questionamento e o grau de liberdade intelectual do aluno (Carvalho, 2014).

Vale ressaltar que as propostas aqui apresentadas não seguem fielmente os passos de uma SEI – problema, experimental ou teórico, resolução e sistematização – embora preserve traços do processo investigativo, ao manipular variáveis, explorar recursos áudios visuais e leitura de textos.

Nesse sentido, é importante frisar que o trabalho investigativo pode ser elaborado de diversas formas, sem necessariamente ser executado em um laboratório, utilizando aparatos sofisticados ou implementos extraordinários. Assim, para a elaboração de uma SEI, Carvalho, et al (2018) e Carvalho (2014) apresentam algumas formas e recursos que podem ser explorados, como: textos históricos, experiências de demonstrações investigativas, laboratório aberto, aulas de sistematização ou textos de apoio, questões e problemas abertos e recursos tecnológicos.

3. ESTRUTURA DA PROPOSTA DIDÁTICA INVESTIGATIVA DESENVOLVIDA

As sequências de atividades didáticas desenvolvidas, chamadas aqui de Propostas Investigativas A e B, foram delineadas para potencializar o desenvolvimento da competência científica (Pisa, 2006) em suas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal (Cañal, 2012), em particular associadas com a formação do arco-íris e a decomposição da luz branca. Assim, ambas foram divididas nas seguintes etapas: 1 - situação problematizadora, 2 - problema e hipóteses, 3 - desenho experimental, 4 - sistematização coletiva (discussões e material áudio visual) e 5 - resultados (sistematização individual), que serão descritas abaixo. Vale ressaltar que as propostas só são diferentes no texto da situação problematizadora, uma vez que o texto da proposta A é voltado para os alunos do 3º ano do EF e o da proposta B para alunos do 6º ano.

3.1 Proposta Investigativa A

A Proposta Investigativa A propõe uma situação problematizadora na forma de um texto contextualizado com o cotidiano do estudante de 3º ano do EF de uma cidade no interior do Estado do Pará, para o qual a naturalmente existe a vivência com os rios da região. O texto em questão é intitulado “O

Sonho do Camaleão”. A proposta deve ser iniciada com a formação de equipes de três, quatro ou no máximo cinco alunos, sentados em volta da mesa ou em círculo. A opção do trabalho em grupo é muito importante, pois os alunos com desenvolvimentos intelectuais semelhantes têm mais facilidade de comunicação, por que é mais fácil propor ideias a um colega que ao professor (Carvalho et al, 2018). O professor aplicador deve seguir a seguinte sequência:

Etapa 1 – SITUAÇÃO PROBLEMATIZADORA: a cada aluno é entregue uma folha com o texto, “O Sonho do Camaleão” (Apêndice I), que contém também os questionamentos:

a) Após ler o texto e refletir sobre ele, que pergunta você faria ao observar a situação do texto? e

b) Após observar a pergunta do personagem do texto, como você a responderia?

Os alunos devem realizar uma leitura individual, seguida de uma leitura coletiva mediada pelo professor aplicador, momento em que busca garantir que todos os estudantes entenderam a leitura. A seguir, os estudantes devem debater em equipe o texto e responder as duas perguntas (as respostas podem ser individuais ou coletivas).

Etapa 2 – PROBLEMA E HIPÓTESES: depois dos questionamentos propostos na etapa 1 serem respondidos pelos alunos, deve-se recolher a folha 1 e entregar a folha 2 (Apêndice II) desta etapa (individual ou coletivamente), que traz as seguintes indagações:

a) O que é necessário para que se forme um arco-íris?

b) Escreva as hipóteses acima no formato que segue: Se... Então...

c) Por que essas hipóteses? Dê motivos para convencer seus colegas de classe.

Os alunos devem, inicialmente, debater em equipe as três perguntas, de forma a expressar seus conhecimentos cotidianos a respeito do tema. Após esses momentos, eles devem responder as perguntas (individual ou coletivamente). No item “a”, os estudantes apresentam seus conhecimentos de forma espontânea. Já o item “b” busca estimular que os estudantes construam, de forma intuitiva, relações causais entre variáveis. Já no item “c”, a intenção é que os alunos justifiquem seus pontos de vista, por meio de argumentos, que às vezes aparecem de forma verbal e não escrita. Concluindo todos recolhe-se a folha 2. A atividade escrita pode ser feita de maneira individual ou coletiva, entretanto a discussão em equipe favorece o desenvolvimento da argumentação.

Etapa 3 - DESENHO EXPERIMENTAL: Com os alunos ainda em grupo, são entregues para cada grupo os seguintes materiais: uma lanterna, um laser, um prisma caseiro⁵ (Soga, Kohatsu e Muramatsu, 2018) vazio e as

5 Um roteiro de como fazer um prisma caseiro pode ser encontrado em <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol16-Num2/a14-low.pdf>.

folhas de atividade, Apêndices III e IV, com as instruções dos dois desenhos experimentais, contendo as hipóteses e a sugestão de experimento, com local de anotação para a “Previsão e Observação” do resultado do experimento.

É natural nesta fase haver desentendimento entre os alunos no manuseio do material, momento em que o professor aplicador deve orientar que todos devem ter a oportunidade de trabalhar com os materiais.

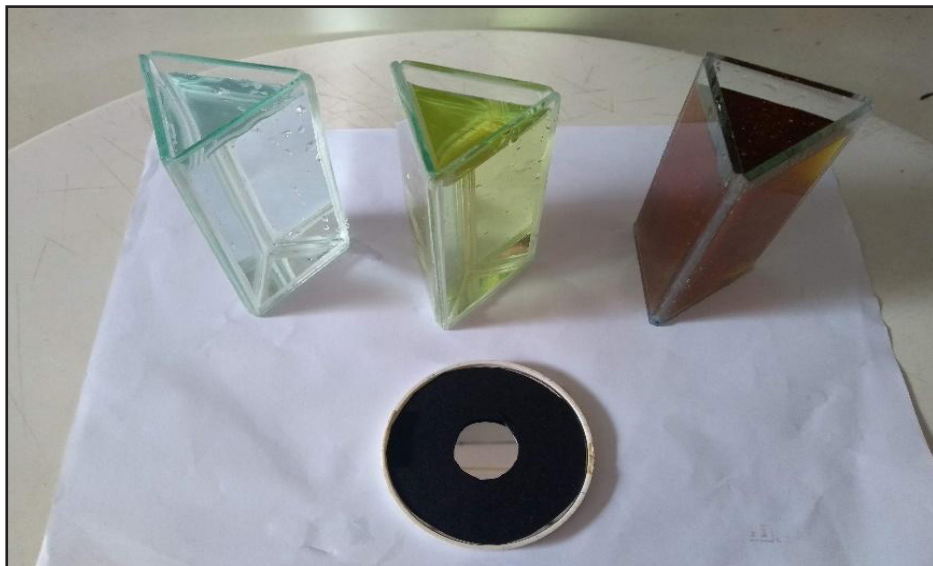
No primeiro desenho experimental, os alunos devem iluminar o prisma caseiro vazio com a luz do laser, da lanterna e luz do sol, anotando na tabela da folha uma previsão (antes da execução) e o observado (após a execução). A Figura 01 apresenta os objetos utilizados.

Figura 01: Materiais utilizados no desenho experimental 1.



Fonte: Arquivo dos autores (2019)

O segundo desenho experimental pode ser feito pelas equipes ou pelo professor aplicador de forma demonstrativa, usando os objetos da Figura 02, enchendo três prismas caseiros com óleo de cozinha, mel e água, respectivamente e iluminando os prismas com a luz do sol, pedindo aos alunos que façam as anotações do mesmo jeito que no primeiro, com a previsão e o observado. Vale ressaltar que, em cada desenho experimental, o professor aplicador ou os alunos devem iluminar o prisma com luz do sol; para evitar que os alunos saiam de sala, sugerimos desviar a luz do sol da parte externa da sala para parte interna utilizando um pequeno espelho.

Figura 02: Materiais utilizados no desenho experimental 2

Fonte: Arquivo dos autores (2019)

Etapa 4 – SISTEMATIZAÇÃO COLETIVA: após a fase experimental, o professor recolhe todo o material e solicita aos alunos que desfaçam os círculos e formem um círculo “grande” na sala em que todos consigam se ver. O professor deve iniciar a discussão solicitando que relatem o que foi feito até o momento. Continuando, o professor pode fazer perguntas do tipo: “Qual o sonho do camaleão?” O que é preciso para formar uma arco-íris? Conseguimos fazer um arco-íris? Qual experimento deu certo e qual não deu? As suas previsões deram certo? O que acontece com a luz ao passar pelo prisma cheio com óleo, mel ou água?

Nesta conversa, o professor deve estimular que os alunos falem, de forma a externalizar o que aprenderam e construir na sua estrutura cognitiva o processo de formação do arco-íris, sua dependência com as variáveis luz do sol e água. Após todos terminarem os relatos, o professor deve apresentar a simulação computacional do *software Phet Simulations* da Universidade do Colorado-EUA seguindo os seguintes passos:

- a) abrir o *software* “Desvio da luz”, (alternativamente pôde-se baixar a simulação, para trabalho *off-line*);
- b) clicar na função “Prisma”, selecionar o objeto na forma de triângulo, que é à base do prisma visto de cima, posicionando na frente do canhão de luz;
- c) selecionar a luz policromática (luz branca), ajustar o índice de refração do objeto para o índice da água, deixando o índice do meio igual ao ar, em seguida acionar o botão do canhão de luz para observar a passagem da luz pelo prisma e seus efeitos.

Os alunos devem observar a decomposição da luz branca, semelhante ao do desenho experimental 2. Outras possibilidades de uso da simulação também podem ser desenvolvidas. Se a escolar tiver sala multimídia, os alunos podem inclusive manipular em equipe, construindo de maneira mais ou menos mediada pelo professor, o seu próprio conhecimento.

Terminando essa fase, o professor deve exibir o desenho animado “O show da Luna” com o episódio⁶ - O arco-íris, que trata de forma lúdica o tema trabalhado, com duração de 12 minutos. Este episódio, bem como vários outros da série, pode ser baixado de internet na plataforma YouTube.

Etapa 5 – SISTEMATIZAÇÃO INDIVIDUAL – Nesta etapa o professor desfaz o círculo, em seguida entrega a folha da sistematização individual, apêndice V, solicitando que os alunos façam um desenho de forma a expressar o que foi estudado na aula e descrever seu desenho de forma escrita em poucas palavras. Neste momento os alunos irão expressar os conhecimentos adquiridos no processo investigativo e, assim, o professor poderá avaliar a evolução cognitiva de cada aluno.

3.2 Proposta Investigativa B

A proposta investigativa B, que tem o título “A Pergunta de Roberto Carlos”, segue os mesmos passos da proposta A, a única diferença sendo o texto da situação problematizadora, apêndice VI, que é agora voltado para alunos com maior desenvolvimento cognitivo.

Outro ponto diferente é o desenho animado sugerido na etapa de sistematização coletiva, que tem como título “De onde vem o arco-íris”⁷, e trata de forma lúdica o tema trabalhado com duração de 04 minutos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto educacional aqui apresentado foi pensado e desenvolvido para auxiliar os professores do ensino fundamental - anos iniciais -, por meio do desenho, aplicação e avaliação da proposta investigativa e com o intuito de colaborar no processo de ensino-aprendizagem da refração da luz.

Nos apêndices estão as folhas de atividades prontas para impressão, para melhor acesso do professor que se interesse em usar.

A proposta investigativa se assemelha a uma SEI, proposta por Ana Maria Pessoa de Carvalho, que tem diversas contribuições no ensino por investigação. Para a avaliação da evolução dos alunos ao longo do processo, sugere-se que

6 Link do site: <https://www.youtube.com/watch?v=is9IsFIzaGM>.

7 Link para o desenho “De onde vem” <https://www.youtube.com/watch?v=tW819inM4hg>

sejam usados os indicadores de AC de Sasseron (2017), que por diversas vezes apareceram na aplicação da proposta.

Vale salientar que a elaboração do texto para situação problema tem resultados satisfatórios pois, após a leitura dele, os alunos ficam com a curiosidade aguçada, assim permitindo que o processo investigativo seja desenvolvido. Isto é percebido durante a análise das falas e da escrita dos alunos.

Outro ponto importante a ser destacado é o aproveitamento dos conhecimentos de mundo dos alunos, visto que o arco-íris é um fenômeno sempre observado no cotidiano em especial dos estudantes da cidade onde foi implementada a proposta. Dessa forma, busca-se aproximar o que os alunos já têm na sua estrutura cognitiva sobre o fato e aprimorar, adicionando conceitos científicos que são muito bem aceitos entre os estudantes, assim, proporcionando uma relação possível entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Com os resultados positivos apresentados na análise da aplicação desta proposta, entendemos que ela pode ser aplicada por professores que estejam preocupados com o ensino e aprendizagem dos estudantes. Desse modo conclui-se que o produto pode contribuir para o objetivo de ensinar conceitos de refração para os alunos do ensino fundamental anos iniciais e finais preenchendo uma lacuna da formação do aluno nesse período e contribuindo para o seu processo de letramento científico com o uso das propostas investigativas.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M.; ABIB, M. L. V. S. **O arco-íris em foco: a linguagem como mediação do ensino e da aprendizagem sobre conhecimentos físicos**. Revista Brasileira de Educação. vol. 23. Rio de Janeiro 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação; **Básica. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>>. Acesso em: junho. 2019.
- CAÑAL, P. **Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias**. En Once Ideas Clave. El Desarrollo de la competencia científica. Barcelona: Gray, 2012.
- CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico** / Anna Maria Pessoa de Carvalho... [et al.]. Coleção Pensamento e ação na sala de aula.– São Paulo: Scipione, 2009.
- CARVALHO, A. M. P. **Calor e Temperatura: um ensino por investigação**; Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org.). – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- CARVALHO, A. M. P. et al **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula** / Anna Maria Pessoa de Carvalho, (org.). - São Paulo: Cengage Learning, 2018.

- LEDERMAN, J. et al. **An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline.** In: Norman Lederman, Selina Bartels e Juan Jimenez. J Res Sci Teach. 1–30; 2019.
- MARQUES, E. C. **Construindo o conceito de refração com o uso de uma proposta investigativa no 3º ano do Ensino Fundamental.** Dissertação de Mestrado, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física/UFGA, 2020.
- MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa.** Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. (1ª edição), 2016 (2ª edição revisada) Porto Alegre, Brasil, 2009.
- PISA. **Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectur.** Madrid: Santillana Educación S.L, 2006.
- SASSERON, L. H. **Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas:** Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - RBPEC 18(3), 1061–1085. Dezembro, 2018.
- SASSERON, L. H. e MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática:** inovando a forma de ensinar física. São Paulo: Livraria da Física, 2017
- SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação:** relações entre ciências da natureza e escola. Revista Ensaio / Belo Horizonte, V. 17 n. especial / novembro, 2015. DOI – <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.
- SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização Científica:** uma revisão bibliográfica. In: Investigação em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 59-77, 2011.
- SOGA, D.; KOHATSU, D.; MURAMATSU, M. **Revisitando os Prismas Caseiros:** uma atividade experimental no estudo da refração da luz. Física na Escola, v. 16, n. 2, 2018.

APÊNDICE I

Etapa 1 - SITUAÇÃO PROBLEMATIZADORA

a) Leitura

O SONHO DO CAMALEÃO

O Senhor Camaleão mora na floresta. Sempre que aparece um inimigo, ele muda de cor. Geralmente, ele está verde, da cor das folhas. Outras vezes, ele está marrom ou amarelo. O Senhor Camaleão só não consegue ficar colorido e seu sonho é ficar como o arco-íris. Um dia, a coruja teve uma ideia e lhe disse:



- Amigo, posso lhe emprestar as minhas asas. Você vai ao céu e pergunta para o arco-íris: o que devo fazer para ficar colorido?

Para voar, o Senhor Camaleão pegou emprestado as asas da coruja.

Durante horas o Senhor Camaleão voou e quase se perdeu. Não conseguiu alcançar o arco íris e assim entender o porquê de suas cores.

Voltou, devolveu as asas da coruja, e exclamou tristonho:

- Não vou realizar meu sonho de ficar como o arco-íris...

b) Que pergunta você faria ao observar a situação do texto?

c) Após observar a pergunta do personagem do texto, escreva ideias que respondam a sua pergunta?

APÊNDICE II

Etapa 2 – Problema e Hipóteses

a) O que é necessário para que se forme um arco-íris?

SE

ENTÃO

b) Escreva as hipóteses acima no formato que segue.

c) Por que essas hipóteses? Dê motivos para convencer seus colegas de classe.

SE		ENTÃO	
-----------	--	--------------	--

SE		ENTÃO	
-----------	--	--------------	--

APÊNDICE III

Etapa 3 – DESENHO EXPERIMENTAL

Hipótese I - SE tem Sol, ENTÃO o arco íris se forma

Hipótese II - SE usamos uma lanterna, ENTÃO o arco íris não se forma

Experimento 1 - *Iluminar um objeto translúcido (prisma) com luz de diferentes fontes e observar o resultado.*

LUZ INCIDENTE	PREVISÃO Cor que você crê que se verá após passar pelo prisma	OBSERVAÇÃO Cor que se vê após passar pelo prisma
Laser		
Lanterna		
Luz do Sol		
CONCLUSÃO		

APÊNDICE IV

Etapas 3 – DESENHO EXPERIMENTAL

Hipótese III -- SE tem chuva, ENTÃO o arco íris se forma

Experimento 2 - Iluminar vários prismas cheios com substâncias diferentes, com luz branca e observar o resultado.

MATERIAL	PREVISÃO O que você crê que se verá após passar pelo prisma	OBSERVAÇÃO O que se vê após passar pelo prisma
Prisma com óleo		
Prisma com mel		
Prisma com água		
CONCLUSÃO		

APÊNDICE V

Etapas 5 – Sistematização Individual

Dos processos observados nos experimentos e demonstrações, que conclusões você tem sobre o arco-íris? Você pode fazer um desenho ou um texto com as suas conclusões.



APÊNDICE VI

Texto de apoio da proposta B

A PERGUNTA DE ROBERTO CARLOS

Na Vila do Poção, localizada na zona rural do município de Garrafão do Norte – PA, vive um menino chamado Roberto Carlos. Ele tem mais dois irmãos e vive com seus pais, nas margens do Rio Guamá, de onde tiram boa tarde de seu sustento.

A vida na localidade segue seu próprio ritmo, sem a euforia dos grandes centros urbanos, sempre obedecendo ao que a natureza proporciona, ou seja, no verão é época de safra e melhor momento para pescaria e no inverno o rio sobe muito seu nível e alaga grandes áreas nas margens.

Certo dia, Roberto foi pescar com seu pai na canoa feita de madeira que a família usa para se locomover no rio. Durante a pescaria, no meio da tarde, começou a chover, e logo depois que parou e o Sol apareceu, um lindo arco-íris se formou no horizonte. O garoto, sempre muito curioso com tudo que acontecia a seu redor, ficou admirado com aquelas cores, que surgiam do nada, entre as nuvens azuis e brancas do céu, e comentou:

– Pai, o senhor tá vendo o arco-íris lá no lado de onde vem à chuva? Ele tem quantas cores?

O pai sem dar muita atenção à curiosidade do filho, concentrado que estava na pescaria, sustento de sua família, respondeu rapidamente:

– São várias cores, não parei pra contar a quantidade. Vamos, me ajuda pra gente terminar logo com isso, antes que venha chuva de novo.

Triste por não poder satisfazer sua curiosidade, o jovem garoto retomou o trabalho com o pai. Enquanto o sol estava aparecendo no céu o arco-íris estava lá, e, porém, aos poucos as nuvens encobriram o Sol e começou a chover fortemente. Assim, o espetáculo das cores sumiu e os dois retornaram para casa com alguns peixes que seriam o jantar da família.

INSERÇÃO DO CONTEÚDO EFEITO COMPTON DA UNIDADE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO: À VISÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Júlio Alexandrino Pinheiro¹

Fátima Baraúna Magno (in memoriam)²

1. APRESENTAÇÃO GERAL DO PRODUTO

Este artigo possui como objetivo apresentar um Produto Educacional inovador, desenvolvido para o Ensino Médio, especificamente para alunos do 3º ano, sobre a Física Moderna, mais especificamente sobre o Efeito Compton, sendo cuidadosamente elaborado para atender às demandas curriculares do novo ensino médio, em consonância com a Base Nacional Comum (BNCC, 2019), com o objetivo de aprimorar a compreensão de conceitos científicos fundamentais Física Moderna e o desenvolvimento de habilidades e competências preconizadas na BNCC (2019), essenciais para a formação integral dos estudantes. O Produto Educacional se destaca por apresentar uma abordagem prática e contextualizada, buscando fazer a ligação entre os conteúdos teóricos da FM com a realidade dos alunos e incentivando sua participação ativa no processo de aprendizagem.

A aplicação do Produto Educacional foi planejada para ser realizada em um período de dezoito aulas, podendo sofrer adaptações segundo a carga horária semanal da disciplina. Essa distribuição temporal foi pensada para permitir uma imersão progressiva nos conteúdos, para que assim que os alunos tenham tempo suficiente para assimilar os conceitos apresentados e realizar as atividades propostas.

Para a realização das aulas, foram selecionados e utilizados diversos materiais didáticos, incluindo textos de apoio que apresentam linguagem acessível e contextualizada, vídeos que apresentam os conceitos de forma visual e dinâmica, animações interativas que simulam fenômenos físicos complexos e simulações computacionais que permitem aos alunos maior interatividade com

1 Prof. Me. Escola Estadual de Ensino Médio e Técnico Professora Ana Teles; julio.pinheiro@escola.seduc.pa.gov.br; Benevides, PA, Brasil.

2 Prof.^a Dra. Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, Cidade Universitária José da Silveira Netto; Belém, PA, Brasil.

os conteúdos de forma prática e experimental. A infraestrutura necessária para a implementação do produto envolveu a utilização de sala de aula convencional, laboratório de informática (quando disponível) para a realização das simulações e recursos audiovisuais, como projetor e sistema de som, para a exibição dos vídeos e animações, visando potencializar a experiência de aprendizagem dos alunos e promover um ambiente de ensino mais engajador e estimulante.

Este artigo está dividido em seções, que visam apresentar de forma clara e concisa o Produto Educacional e seus resultados.

O produto educacional iniciou-se com a revisão da literatura sobre o tema, para se ter uma ideia do percentual de livros, oferecidos pelo Plano Nacional do Livro Didático - PNLD, que abordam os conceitos científicos relacionados ao Efeito Compton e sua relevância para o Ensino Médio. Prosseguindo, apresentaremos a metodologia utilizada no desenvolvimento do Produto Educacional, detalhando cada etapa, de planejamento, de implementação e de avaliação. Em seguida faremos uma análise dos resultados obtidos com a aplicação do produto, bem como apresentamos as evidências e os avanços no aprendizado dos alunos e as contribuições para a prática pedagógica do professor. Finalmente, serão apresentamos as considerações finais, com as principais conclusões do estudo e sugestões para futuras pesquisas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLOGIA

2.1. Aprendizagem Significativa

O embasamento teórico deste Produto Educacional, apoia-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, segundo a qual a aprendizagem transcende a mera memorização e busca a internalização profunda do conhecimento (Moreira, 2005). Ausubel afirma que a aprendizagem genuína ocorre quando novas informações estabelecem conexões não arbitrárias e substanciais com os conhecimentos, ou seja, o novo saber deve encontrar subsunções nos conhecimentos que o estudante já possui, construindo uma rede de associações que confere sentido e relevância ao aprendizado (Ausubel apud Moreira, 2022).

O Produto Educacional foi metodicamente projetado para fortalecer uma relação de troca harmoniosa entre os conceitos inovadores da Física Moderna e a bagagem intelectual prévia dos alunos, construindo assim uma estrutura sólida de significados, que não apenas facilita a compreensão, mas também promove a retenção duradoura das informações. A estratégia principal, consiste em ancorar o desconhecido no conhecido, transformando a aprendizagem em uma trajetória de descoberta e conexão.

2. 2. Aprendizagem Significativa Crítica

Para além da simples assimilação de conceitos, a proposta pedagógica deste Produto Educacional pretende despertar o senso crítico e a capacidade transformadora dos alunos. Alinhada aos princípios da Aprendizagem Significativa Crítica, uma abordagem que tem como objetivo estimular nos estudantes a habilidade de questionar, analisar e, sobretudo, transformar a realidade social que os cerca. Ao apresentar o Efeito Compton e suas mais diversas aplicações tecnológicas, este Produto Educacional ultrapassa a mera descrição de fenômenos físicos e intenciona estimular uma reflexão profunda sobre o papel multifacetado da ciência e da tecnologia na emaranhada teia da sociedade. O objetivo primordial é capacitar os alunos a se tornarem cidadãos não apenas de informações, mas também críticos, reflexivos e ativamente engajados com os desafios e oportunidades do mundo contemporâneo. Acreditamos que a verdadeira aprendizagem reside na capacidade de aplicar o conhecimento para construir um futuro mais justo e equitativo.

2.3. Metodologias

Faremos um detalhamento das metodologias utilizadas durante o desenvolvimento do produto educacional, bem como sua relevância ao ensino da física.

2.3.1. UEPS

A estrutura metodológica deste Produto Educacional é a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), uma estratégia didática pensada detalhadamente para acelerar a Aprendizagem Significativa (Moreira, 2011). A UEPS se apresenta como uma sequência didática intrinsecamente organizada em etapas estratégicas, cada qual concebida para maximizar a assimilação e internalização do conhecimento por parte dos alunos (Moreira, 2011). A estrutura da UEPS se desdobra em seis fases interconectadas: (1) um mergulho profundo no levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, buscando identificar os alicerces cognitivos sobre os quais o novo saber será construído; (2) a apresentação de informações inéditas, cuidadosamente selecionadas e organizadas para despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes; (3) a adaptação do material de ensino, visando facilitar a compreensão e a retenção das informações por meio de recursos visuais, exemplos práticos e atividades interativas; (4) a aplicação do conhecimento em situações concretas, desafiando os alunos a utilizar o que aprenderam para resolver problemas e tomar decisões; (5) a avaliação formativa e somativa, que permite monitorar o progresso dos alunos e identificar as áreas que necessitam de maior atenção; e (6) a

metacognição, que estimula os alunos a refletirem sobre seu próprio processo de aprendizagem, desenvolvendo a autonomia e a capacidade de aprender ao longo da vida.

2.3.2. Abordagem Investigativa

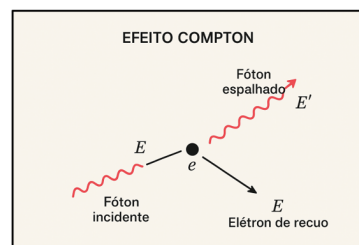
Em concordância com a busca por uma aprendizagem autêntica e engajadora, a abordagem metodológica adotada neste Produto Educacional, destoa por seu caráter eminentemente investigativo. Longe de serem meros receptores de informações, os alunos são levados a se tornarem exploradores ativos dos conceitos da Física Moderna, desvendando seus mistérios por meio de uma variedade de ferramentas e recursos. Experimentos virtuais, pensados para simular fenômenos físicos complexos, dão aos alunos a oportunidade de manipular variáveis e observar os resultados em tempo real. Simulações computacionais permitem aos estudantes explorem modelos teóricos e testarem hipóteses em um ambiente seguro e controlado (Tavares, 2005). E, para consolidar o aprendizado e conectar os conceitos com a realidade, atividades práticas desafiam os alunos a aplicar o conhecimento adquirido na resolução de problemas concretos. Essa abordagem investigativa intenciona promover a autonomia dos alunos, o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e a construção do conhecimento de forma colaborativa, transformando a sala de aula em um laboratório de descobertas.

2.4. Conteúdos de Física Abordados

O Produto Educacional se concentra em um conjunto de conteúdos de Física Moderna cuidadosamente selecionados por sua relevância para a compreensão da Física Moderna e sua íntima conexão com o ambiente diário dos alunos. Entre os temas explorados, destaca-se a dualidade onda-partícula da luz, um conceito fundamental que desafia a física clássica e revela a natureza paradoxal da radiação eletromagnética. O Efeito Fotoelétrico, um fenômeno que lançou as bases para a teoria quântica, é abordado em detalhes, explorando suas aplicações em dispositivos como células fotovoltaicas e sensores de luz.

O Efeito Compton, a alma deste Produto Educacional, é esmiuçado em seus aspectos teóricos e experimentais, revelando como a interação entre a radiação e a matéria pode alterar o comprimento de onda da luz, conforme ilustrado na Figura 1, (Adaptado de ChatGPT, 2025). E, para ilustrar a importância prática desses

Figura 1 – Fóton incidentes e espalhado



Fonte: Adaptado de ChatGPT (2025).

conceitos, o Produto Educacional explora as mais variadas aplicações tecnológicas, desde equipamentos de diagnóstico médico até sistemas de comunicação de alta velocidade. A abordagem dos conteúdos busca integrar aspectos históricos, conceituais e experimentais, tecendo uma narrativa coerente que promove uma compreensão mais completa e significativa dos fenômenos físicos.

2.5. Análise Crítica dos Resultados

Ao analisarmos criticamente os resultados obtidos com a aplicação do Produto Educacional lançamos luz sobre os sucessos alcançados e os desafios que ainda resistem. Os dados coletados revelam um avanço notável no aprendizado dos alunos em relação aos embaraçados conceitos da Física Moderna, presente na estrutura cognitiva dos alunos, evidenciado pela melhora no desempenho em avaliações, pela qualidade das discussões em sala de aula e pela elaboração de projetos criativos e inovadores. Porém, a análise também aponta para algumas dificuldades que merecem atenção, tais como: a resistência inicial de alguns alunos em relação aos conteúdos mais abstratos, por exemplo, que sugere a necessidade de adaptação da linguagem e da abordagem para torná-los mais acessíveis e interessantes; a constatação de que alguns alunos necessitam de um acompanhamento mais individualizado em determinadas etapas da UEPS reforça a importância de se oferecer um suporte personalizado, adaptado às necessidades específicas de cada estudante. Esses resultados, em conjunto, destacam a importância da adaptação contínua do Produto Educacional às características singulares de cada turma e de se cultivar um ambiente de aprendizagem inclusivo e acolhedor, onde todos os alunos se sintam valorizados e capacitados a alcançar seu pleno potencial.

3. DETALHAMENTO DO PRODUTO

3.1. Descrição do Produto Educacional

O Produto Educacional, denominado “Explorando o Efeito Compton: Uma Jornada pela Física Moderna”, vai além da simples coletânea de materiais didáticos e se configura como um ecossistema de aprendizagem meticulosamente pensado e estruturado, que tem como objetivo, promover uma compreensão profunda e uma aprendizagem crítica do Efeito Compton e de outros fundamentos da Física Moderna no Ensino Médio. Reconhecendo a lacuna presente nos livros didáticos tradicionais, que com frequência abordam o tema de maneira superficial ou, em casos mais extremos, o desconsideram totalmente, desenvolvemos este produto com o intuito de suprir essa carência e proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizado enriquecedora e

transformadora e, aos professores um guia que poderá ajudá-lo na difícil tarefa de ensinar Física Moderna.

A nossa proposta pedagógica está estaiada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que serve como um guia essencial para a internalização genuína do conhecimento, e nos princípios da Aprendizagem Crítica, que capacitam os alunos a questionar, analisar e moldar a realidade que os cerca. Assim, buscamos conectar os novos saberes aos conhecimentos prévios dos alunos, construindo uma rede de significados que confere sentido e relevância ao aprendizado (Moreira (2011), e incentivando a reflexão sobre o papel multifacetado da ciência e da tecnologia a sociedade contemporânea.

O Produto Educacional foi cuidadosamente elaborado para atender às necessidades específicas dos alunos do 3º ano do Ensino Médio, um período que é crucial em sua trajetória educacional, e pode ser implementado de maneira eficaz em um 18 aulas, de 45 minutos cada, permitindo uma imersão gradual e aprofundada dos conteúdos.

3.2. Objetivos de Aprendizagem

O Produto Educacional em questão visa conduzir os discentes por uma trajetória investigativa, estruturada em objetivos de aprendizagem meticulosamente delineados para assegurar uma experiência de aprendizado transformador, visando alcançar os seguintes objetivos:

Compreensão da dualidade onda-partícula da luz e sua relevância para a física moderna: Espera-se que os estudantes demonstrem a capacidade de explicar como a dualidade onda-partícula justifica o comportamento da luz em diversos fenômenos, a exemplo da difração e do Efeito Fotoelétrico.

Identificação e descrição do efeito fotoelétrico e suas aplicações tecnológicas: Almeja-se que os alunos consigam explicitar como a energia luminosa é convertida em energia elétrica no Efeito Fotoelétrico e como esse princípio é aplicado em diferentes tecnologias.

Compreensão do efeito compton e suas implicações para a interação da radiação com a matéria: Objetiva-se que os estudantes sejam capazes de explicar a aplicação do Efeito Compton em equipamentos de diagnóstico médico, como tomógrafos e radiografias e, em aplicações tecnológicas.

Análise crítica do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, a partir do estudo do Efeito Compton e suas aplicações: Espera-se que os discentes debatam a utilização do Efeito Compton em diferentes tecnologias e como essas tecnologias podem influenciar a vida das pessoas e o meio ambiente, desenvolvendo uma compreensão crítica sobre o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade.

Desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, trabalho em equipe, comunicação e pensamento crítico: Estimular o aprimoramento de habilidades essenciais para o século XXI, como a capacidade de solucionar problemas complexos, colaborar em equipe, comunicar ideias de forma clara e eficaz, e analisar criticamente as informações recebidas. Os alunos serão desafiados a resolver problemas relacionados ao Efeito Compton, a trabalhar em equipe para realizar projetos e a apresentar suas ideias de maneira clara e persuasiva.

3.3. Etapas de Aplicação da UEPS

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) constitui o núcleo metodológico deste Produto Educacional, apresentando uma sequência didática meticulosamente estruturada com o intuito de otimizar o potencial de aprendizagem dos discentes. A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), está estruturada com as seguintes etapas:

Levantamento dos conhecimentos prévios: O docente inicia o processo pedagógico por meio da exploração do conhecimento prévio dos alunos, buscando identificar as informações que já possuem sobre os temas a serem tratados. Para tal, são utilizados questionários provocativos, discussões em grupo que incentivam a troca de ideias, bem como mapas conceituais que evidenciam as conexões cognitivas dos alunos, permitindo mapear saberes prévios e identificar lacunas ou concepções equivocadas.

Apresentação de informações novas: Armado do mapa cognitivo dos alunos, o professor procede à introdução dos novos conceitos da Física Moderna, utilizando uma variedade de recursos didáticos que atendem aos distintos estilos de aprendizagem. Textos de apoio com linguagem acessível e contextualizada, vídeos explicativos que ilustram os conceitos com imagens e exemplos práticos, animações interativas que simulam fenômenos físicos complexos e simulações computacionais que possibilitam aos alunos experimentarem e manipularem variáveis são utilizados para tornar o aprendizado mais envolvente e eficaz.

Organização do material de ensino: Após a apresentação dos novos conceitos, o professor orienta os alunos na organização do material didático, utilizando ferramentas que facilitam a compreensão e a retenção das informações. Mapas conceituais que revelam as inter-relações entre os conceitos, resumos que sintetizam as ideias principais, esquemas que visualizam os processos e outras ferramentas que auxiliam na organização do conhecimento são empregados para estruturar o aprendizado.

Aplicação do conhecimento: Este é o momento de aplicar o conhecimento adquirido! Os alunos são desafiados a utilizar o saber adquirido na resolução de problemas que simulam situações reais, na realização de experimentos virtuais

que permitem a exploração prática dos conceitos e na elaboração de projetos que estimulam a criatividade e a inovação. O objetivo é promover a autonomia dos alunos, o desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas e a capacidade de transferir o conhecimento para contextos diversos.

Avaliação: A avaliação, longe de ser um momento punitivo, é vista como uma oportunidade para aprendizado e crescimento. O professor adota diferentes instrumentos para monitorar o progresso dos alunos, identificar áreas que demandam maior atenção e fornecer feedback individualizado. Questionários que verificam a compreensão dos conceitos, provas que avaliam a capacidade de aplicação do conhecimento, trabalhos em grupo que incentivam a colaboração, apresentações orais que desenvolvem a comunicação e autoavaliações que promovem a reflexão são utilizados para obter uma visão abrangente do aprendizado.

Metacognição: O ciclo de aprendizado é encerrado com um momento de reflexão profunda sobre o próprio processo. Os alunos são convidados a identificar seus pontos fortes e fracos, as estratégias que foram mais eficazes e as dificuldades enfrentadas, promovendo a autonomia e a capacidade de aprendizado ao longo da vida. O objetivo é transformar os alunos em aprendizes autônomos, aptos a regular seu próprio aprendizado e a buscar conhecimento de maneira independente.

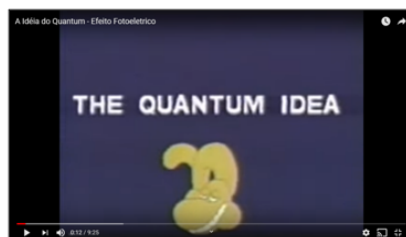
3.4. Materiais Didáticos Utilizados

O Produto Educacional destaca-se pela riqueza e diversidade de materiais didáticos, criteriosamente selecionados para atender aos distintos estilos de aprendizagem e promover uma experiência pedagógica enriquecedora:

Textos de apoio: Os textos são elaborados com linguagem acessível e contextualizada, apresentando os conceitos da Física Moderna de maneira clara e concisa. Utilizamos exemplos práticos e analogias que facilitam a compreensão. Baseiam-se em pesquisas desenvolvidas na área de Ensino de Física e são revisados por especialistas, assegurando a precisão e a atualização das informações. Por exemplo, um texto de apoio sobre o Efeito Compton pode empregar a analogia de uma bola de bilhar colidindo com outra bola para ilustrar o conceito.

Vídeos explicativos: Os vídeos oferecem uma apresentação visual e dinâmica dos conceitos, utilizando animações, simulações e exemplos práticos para tornar o aprendizado mais envolvente e eficaz. Produzidos por

Figura 2 – Vídeo: A Ideia do Quantum - Efeito Fotoelétrico



Fonte: <https://youtu.be/CEuMmMxD-vI>

especialistas e, são fundamentados em pesquisas sobre a eficácia do uso de recursos audiovisuais no ensino de Física. Um vídeo explicativo sobre o Efeito Fotoelétrico, por exemplo, pode utilizar animações para demonstrar como a luz interage com os elétrons em um metal.

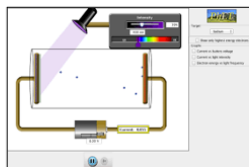
Animações interativas: Essas animações simulam fenômenos físicos complexos, permitindo que os alunos visualizem e interajam com os conceitos de maneira intuitiva e lúdica. Desenvolvidas com base em modelos matemáticos precisos, são projetadas para que os alunos manipulem variáveis e observem os resultados em tempo real. Uma animação interativa sobre o Efeito Compton, por exemplo, pode permitir aos alunos variarem o ângulo de incidência da radiação e observar a alteração no comprimento de onda da radiação espalhada.

Simulações computacionais: Estas simulações possibilitam que os alunos explorem os conceitos de forma prática e experimental, manipulando variáveis e observando os resultados em tempo real. Elaboradas com base em modelos matemáticos rigorosos, permitem que os alunos testem hipóteses e tirem suas próprias conclusões. Por exemplo, uma simulação computacional sobre o Efeito Fotoelétrico pode permitir a variação da frequência da luz e a observação do efeito na emissão de elétrons.

Mapas conceituais: Ferramentas que auxiliam na organização do conhecimento e na identificação das relações entre os conceitos, possibilitando aos alunos visualizarem a estrutura do conhecimento e reconhecerem as áreas que demandam maior atenção. Os mapas conceituais são elaborados de forma colaborativa, incentivando a troca de ideias e a construção conjunta do saber (Moreira, 2012). Por exemplo, os alunos podem desenvolver um mapa conceitual que relacione o Efeito Compton com a dualidade onda-partícula, o Efeito Fotoelétrico e suas aplicações tecnológicas.

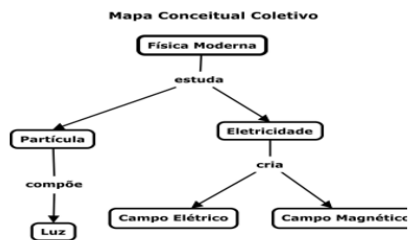
Questionários e provas: Instrumentos de avaliação que permitem monitorar o progresso dos alunos e identificar áreas que necessitam de maior atenção. Os questionários e provas são elaborados com base nos objetivos de aprendizagem do Produto Educacional, projetados para avaliar a compreensão

Figura 3 – Simulador do Efeito Fotoelétrico - PHET



Fonte: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR3QT9RKCIK7Z-elQsh4qx2CilzqHYMjTx1og&s>

Figura 4 – Mapa Conceitual Coletivo.



Fonte: Arquivo do autor

dos conceitos, a capacidade de aplicação do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades específicas. Por exemplo, os alunos podem ser avaliados por meio de um questionário que verifica a compreensão dos conceitos relacionados ao Efeito Compton.

Projetos e atividades práticas: Atividades que desafiam os alunos a aplicar o conhecimento adquirido na resolução de problemas e na elaboração de projetos criativos e inovadores, estimulando a autonomia, a criatividade e a capacidade de trabalhar em equipe. Esses projetos e atividades práticas são fundamentados em situações reais, permitindo que os alunos experimentem a Física em seu cotidiano. Por exemplo, os alunos podem ser desafiados a projetar um sistema de comunicação que utilize o Efeito Compton para transmitir informações de forma segura.

3.5. Ambientes de aplicação

A flexibilidade é uma característica distintiva do Produto Educacional, que pode ser implementado em diversos contextos de aprendizagem. Ele se adapta às especificidades e recursos de cada instituição de ensino, permitindo que cada ambiente de aprendizagem seja otimizado para atender às necessidades dos alunos.

Sala de aula: A sala de aula representa o espaço central para a implementação do Produto Educacional. É nesse ambiente que ocorrem discussões colaborativas, apresentações que revelam os talentos dos alunos e atividades que promovem a organização do conhecimento, transformando informações em sabedoria. Este espaço se configura como um local de colaboração e intercâmbio de ideias, proporcionando aos alunos a liberdade para expressar suas dúvidas, compartilhar descobertas e construir conhecimento de forma coletiva. Por exemplo, a sala de aula pode ser utilizada para promover debates acerca do Efeito Compton, onde os alunos podem discutir suas implicações e aplicações. Além disso, é um espaço ideal para apresentar resultados de projetos e elaborar mapas conceituais que ajudem a visualizar as relações entre diferentes conceitos.

Laboratório de informática: Quando disponível, o laboratório de informática se transforma em um espaço propício para simulações e experimentações virtuais. As simulações computacionais são exibidas nas telas dos computadores, permitindo que os alunos manipulem variáveis, observem resultados e testem hipóteses em um ambiente seguro e controlado. A pesquisa de informações na internet se configura como uma ferramenta valiosa para aprofundar o conhecimento e explorar diferentes perspectivas sobre os temas estudados. Por exemplo, o laboratório de informática pode ser utilizado para simular o Efeito Fotoelétrico, onde os alunos podem observar como diferentes

condições afetam os resultados. Além disso, é um espaço ideal para investigar as aplicações tecnológicas do Efeito Compton, permitindo que os alunos compreendam sua relevância no mundo moderno.

Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA): Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) vão além das limitações físicas da sala de aula, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem. Os materiais didáticos são disponibilizados em formato digital, promovendo a interação entre os alunos por meio de fóruns de discussão. As atividades de avaliação tornam-se mais dinâmicas e personalizadas, permitindo que cada aluno avance em seu próprio ritmo. Os AVAs se transformam em um espaço de colaboração e aprendizado contínuo, possibilitando que os alunos acessem os materiais a qualquer hora e em qualquer lugar. Eles podem interagir com colegas e professores, além de receber feedback individualizado sobre seu desempenho. Por exemplo, um AVA pode ser utilizado para disponibilizar textos de apoio, vídeos explicativos e animações interativas. Além disso, pode promover discussões sobre os temas abordados e aplicar questionários e provas online, facilitando a avaliação do aprendizado de forma prática e acessível.

3.6. Forma de Aplicação

Acredita-se que a metodologia de transmissão do conhecimento possui grande importância em relação ao conteúdo abordado, por esse motivo, a implementação do Produto Educacional ocorre de maneira colaborativa e investigativa, promovendo a participação ativa dos discentes no processo de aprendizagem. Isso significa que os alunos não são apenas receptores passivos de informações, mas sim protagonistas em sua jornada educacional. O ambiente de aprendizagem é cuidadosamente estruturado para ser pautado no respeito, na confiança e na valorização das diversidades, reconhecendo que cada aluno traz consigo experiências e opiniões únicas que enriquecem o processo educativo.

Professor como mediador: O docente abandona a função de mero transmissor de informações e assume o papel de mediador. Nesse novo papel, ele orienta as atividades, estimula a reflexão crítica e promove a interação entre os alunos, fornecendo feedback individualizado que é essencial para o crescimento de cada estudante. Dessa forma, o professor torna-se um facilitador do aprendizado, criando um espaço seguro e acolhedor onde os alunos se sintam à vontade para expressar suas dúvidas, compartilhar ideias e construir o conhecimento de forma conjunta. Por exemplo, ao mediar uma discussão sobre o Efeito Compton, o professor pode incentivar os alunos a apresentarem seus pontos de vista, questionarem as informações discutidas e até mesmo explorarem diferentes interpretações do fenômeno, promovendo um debate rico e dinâmico.

Aprendizagem colaborativa: As atividades são realizadas tanto em grupo quanto individualmente, com o intuito de atender às diversas necessidades e estilos de aprendizagem dos alunos. O trabalho em grupo fomenta a colaboração, a troca de ideias, o desenvolvimento de habilidades comunicativas e a capacidade de atuação em equipe, habilidades essas que são fundamentais no mundo atual (Moreira, 2011). As atividades individuais, por sua vez, proporcionam aos alunos a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos, desenvolver autonomia e personalizar seu processo de aprendizado. Por exemplo, os discentes podem se organizar em grupos para elaborar um projeto que explique o Efeito Compton, utilizando recursos visuais e apresentações criativas, e apresentá-lo para a turma, o que não só reforça o aprendizado, mas também desenvolve suas habilidades de apresentação e trabalho em equipe.

Avaliação contínua e diversificada: A avaliação é conduzida de forma contínua e diversificada, utilizando diferentes instrumentos e técnicas para obter uma visão abrangente do aprendizado dos alunos. O objetivo não é meramente atribuir notas, mas sim fornecer feedback individualizado que ajude cada aluno a identificar suas forças e áreas que necessitam de maior atenção. Essa abordagem permite que o professor oriente o processo de aprendizagem de maneira mais eficaz. Por exemplo, os alunos podem ser avaliados por meio de questionários, provas, trabalhos em grupo, apresentações orais e autoavaliações, cada um desses métodos oferecendo uma perspectiva única sobre o progresso do aluno e contribuindo para um entendimento mais completo de seu desenvolvimento.

3.7. Informações adicionais relevantes

além do que já foi apresentado, é pertinente compartilhar informações adicionais que evidenciam a qualidade e o potencial do Produto Educacional:

Base científica sólida: O Produto Educacional foi concebido fundamentado em investigações rigorosas na área de Ensino de Física, empregando as melhores práticas e as mais recentes descobertas científicas. A equipe responsável pelo desenvolvimento é composta por especialistas nas áreas de física, pedagogia e comunicação científica, assegurando a qualidade e a precisão das informações veiculadas.

Testado e aprovado: O Produto Educacional passou por testes em diversas turmas do Ensino Médio, apresentando resultados positivos em relação ao aprendizado dos alunos, ao desenvolvimento de habilidades e à motivação para o estudo da física. Os resultados obtidos nos testes foram utilizados para o aprimoramento do produto, garantindo sua eficácia em variados contextos educacionais.

Flexibilidade e adaptabilidade: O Produto Educacional destaca-se por sua flexibilidade e adaptabilidade, permitindo sua utilização em distintos contextos educacionais e com diferentes níveis de conhecimento prévio dos alunos. Os materiais didáticos estão sujeitos a adaptações que atendem às necessidades específicas de cada turma, possibilitando ao professor a seleção das atividades que melhor se alinham aos seus objetivos e ao tempo disponível.

Apoio ao professor: O Produto Educacional não se restringe a fornecer materiais para os alunos, mas também disponibiliza um conjunto de recursos e orientações para os educadores, auxiliando-os na implementação do produto e no aprimoramento de suas práticas pedagógicas. O professor tem acesso a um guia detalhado que inclui orientações sobre a aplicação de cada etapa da Unidade de Ensino e Prática Social (UEPS), sugestões de atividades complementares, exemplos de avaliações e um fórum de discussão para intercâmbio de ideias com outros docentes.

Potencial para inovação: O Produto Educacional pode servir como um ponto de partida para projetos inovadores e atividades interdisciplinares, incentivando a criatividade dos alunos e a interconexão entre diferentes áreas do conhecimento. Por exemplo, os alunos podem ser desafiados a criar um vídeo explicativo sobre o Efeito Compton, construir um modelo que demonstre tal fenômeno ou desenvolver um aplicativo que utilize o Efeito Compton para transmitir informações de forma segura.

Acreditamos que este detalhamento minucioso do Produto Educacional oferece uma visão abrangente de suas características, objetivos, etapas de aplicação, materiais utilizados, ambientes, forma de aplicação e informações adicionais relevantes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, apresentamos um Produto Educacional inovador, denominado “Explorando o Efeito Compton: Uma Jornada pela Física Moderna”, cujo objetivo é revolucionar a abordagem do Efeito Compton e de outros conceitos da Física Moderna no contexto do Ensino Médio. Considerando a lacuna existente nos livros didáticos convencionais, que frequentemente subestimam ou tratam superficialmente esses tópicos, elaboramos um conjunto de materiais e atividades didáticas que visam promover uma Aprendizagem Significativa e Crítica, com Base em David Ausubel e Marco Antônio Moreira. Essa abordagem conecta novos conhecimentos aos saberes prévios dos alunos e estimula a reflexão acerca do papel da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea.

O diferencial deste Produto Educacional reside em sua abordagem metodológica, fundamentada na Unidade de Ensino Potencialmente

Significativa (UEPS) proposta por Moreira (2011). Esta metodologia organiza o processo de aprendizagem em etapas estratégicas, que vão desde a identificação dos conhecimentos prévios até a metacognição. Tal estrutura favorece a participação ativa dos alunos, o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI e a construção colaborativa do conhecimento. A diversidade de materiais didáticos empregados, que abrange textos de apoio, vídeos explicativos, animações interativas, simulações computacionais e mapas conceituais, possibilita a adequação aos diferentes estilos de aprendizagem, tornando o ensino da Física Moderna mais envolvente e eficaz.

Os resultados obtidos com a implementação do Produto Educacional em diversas turmas do Ensino Médio evidenciam seu potencial transformador na aprendizagem dos alunos em Física. Essa abordagem propicia um aprendizado mais profundo, significativo e relevante. Ao fomentar a curiosidade, a criatividade e o pensamento crítico, o Produto Educacional contribui para a formação de cidadãos mais conscientes, engajados e aptos a enfrentar os desafios do século XXI.

Para complementar as informações apresentadas neste artigo, o apêndice inclui materiais adicionais que podem ser úteis para docentes que desejam aplicar o Produto Educacional. Entre esses recursos, encontram-se o roteiro detalhado da UEPS, os questionários utilizados para o levantamento dos conhecimentos prévios e a avaliação do aprendizado, links para os vídeos explicativos e simulações computacionais, além de outros recursos que podem enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos.

Em síntese, o Produto Educacional “Explorando o Efeito Compton: Uma Jornada pela Física Moderna” se configura como uma ferramenta que busca a transformação do ensino da Física Moderna, promovendo um aprendizado mais significativo, relevante e engajador para os estudantes do Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

BRASIL, MEC, **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**, versão aprovada pelo CNE, novembro de 2017. Disponível em: 0. Acesso em: 01 outubro 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Editora do Autor. 2005.

OLIVEIRA, A. de. Departamento de Física. Universidade Federal de São Carlos. Adaptado do site: <http://cienciahoje.org.br/coluna/onda-ou-particula-uma-questao-de-interpretacao/>.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista**. Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf. Acesso em out. 2019.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**, 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/mapasport.pdf>>. Acesso em: out. 2019.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Simulações Interativas em Ciências e Matemática**. University of Colorado Boulder, 2002. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/>>. Acesso em: 20/10/2019.

TAVARES, R. **Animações interativas e mapas conceituais**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.

APÊNDICES

Sugestões de Vídeos

<https://youtu.be/CEuMmMxD-vI>

https://youtu.be/CgY_zBuK2Cw

<https://youtu.be/eA1E2HGdbKg>

<https://youtu.be/2vRyLAPxyEs>

Sugestões de sites com Simulações

<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/20EfeitoFotoeletrico/Site/Animacao.htm>

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric

http://www.if.ufrgs.br/~betz/iq_XX_A/efCompt/apsEC/ec_10_08_05.swf

Atividades:

Destacamos que o material usado nesta Sequência Didática está incluso nos apêndices, bem como os links dos vídeos e simulações, e no endereço eletrônico: <https://drive.google.com/open?id=1hCnA9ZO4-jTbZ5-5gflqwjbUd4Surtxz>.

Perguntas Norteadoras para construção do Mapa Conceitual Coletivo

- a) Você conhece a Física Moderna?
- b) Do que a luz é composta?
- c) Qual a natureza das radiações eletromagnéticas, como a luz?
- d) Quais os tipos de ondas?
- e) Teria sentido pensar em comportamento dual da luz?
- e) Você sabe o que é o Efeito Fotoelétrico?
- f) Você já ouviu falar em Efeito Compton?

TEXTO 1

²Como construir um mapa conceitual

1. **Identifique os conceitos-chave** do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Limite entre 6 e 10 o número de conceitos.
2. Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva. Algumas vezes é difícil identificar os conceitos mais gerais, mais inclusivos; nesse caso é útil analisar o contexto no qual os conceitos estão sendo considerados ou ter uma ideia da situação em que tais conceitos devem ser ordenados.
3. Se o mapa se refere, por exemplo, a um parágrafo de um texto, o número de conceitos fica limitado pelo próprio parágrafo. Se o mapa incorpora também o seu conhecimento sobre o assunto, além do contido no texto, conceitos mais específicos podem ser incluídos no mapa.
4. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação.
5. Setas podem ser usadas quando se quer dar um sentido a uma relação. No entanto, o uso de muitas setas acaba por transformar o mapa conceitual em um diagrama de fluxo.
6. Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas.
7. Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa.
8. Geralmente, o primeiro intento de mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais relacionados. Nesse caso, é útil reconstruir o mapa.
9. Talvez neste ponto você já comece a imaginar outras maneiras de fazer o mapa, outros modos de hierarquizar os conceitos. Lembre-se que não há um único modo de traçar um mapa conceitual. À medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que você aprende, seu mapa também muda. Segundo ³Moreira (2012), “Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz”.
10. Não se preocupe com “começo, meio e fim”, **o mapa conceitual é estrutural, não sequencial**. O mapa deve refletir a estrutura conceitual hierárquica do que está mapeado.

11. Compartilhe seu mapa com colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. **O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e “negociar” significados.**

²Construção de mapas conceituais: Cmaps. Tools: <http://cmap.ihmc.us>

³MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/mapasport.pdf>. Acesso em: 30/10/2019.

TEXTO 2

O que exatamente é a luz?

⁴Rafael Kenski

Na Bíblia, a criação começa pela luz, que inaugura o universo separando o dia da noite. É ela que nos permite enxergar o mundo e, no entanto, é quase impossível visualizar sua verdadeira natureza. Como se não bastasse, tem propriedades tão estranhas e contraditórias que confunde até os físicos mais experientes.

Até o começo do século XX, tudo indicava que a luz não passava de uma onda. Assim como o som ou o movimento do mar, ela é refletida ao encontrar algo como um espelho e sofre interferência ao cruzar com outras ondas de luz. A diferença é que a luminosidade se propaga no vácuo e não precisa ser conduzida por um meio como a água ou o ar.

Mas a concepção da luz como onda não conseguia explicar certos fenômenos, como o chamado efeito fotoelétrico: quando se emite luz contra determinados metais, observa-se que a superfície deles libera elétrons. O enigma começou a se desfazer em 1900, quando o físico alemão Max Planck publicou o primeiro estudo do que viria a ser conhecido como física quântica. Ele descobriu que os átomos não emitem energia de forma contínua, mas em minúsculas partículas chamadas quanta. Em 1905, Albert Einstein resolveu aplicar essa teoria à luz e percebeu que, se considerássemos que ela também é feita de partículas (posteriormente chamadas de fótons), o efeito fotoelétrico estaria explicado. A física quântica chocou toda a comunidade científica ao propor que a luz é simultaneamente onda e partícula, vibração e matéria – uma ambiguidade considerada absurda, incoerente, impossível. A teoria de Planck e Einstein já foi comprovada diversas vezes em laboratório. Mas ainda resta a pergunta: afinal, a luz é uma onda ou uma partícula? A física abraçou o mistério. “Quem disser que ela é onda está certo e quem disser que ela é partícula também está.

De acordo com o experimento, a luz apresenta características de uma ou de outra”, afirma o físico Adriano Natale, da Universidade Estadual Paulista (Unesp). “Não precisamos resolver o enigma. A luz funciona com uma lógica própria, diferente da que estamos acostumados”, diz Amir Caldeira, também físico, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

⁴KENSKI, R. **O que exatamente é a luz?** Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-exatamente-e-a-luz/>. Acesso em 07/11/2019.

MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Rômulo Monteiro da Silva¹

Simone da Graça de Castro Fraiha²

Fátima Nazaré Baraúna Magno (in memoriam)³

INTRODUÇÃO

Cada vez mais professores do Ensino Médio deparam-se com desafios em sua rotina de como ensinar para pessoas com deficiência visual, em um processo de inclusão no ambiente escolar. Mazzotta (2005), buscando na história da educação informações significativas sobre o atendimento educacional aos alunos com deficiência visual, constatou que, até o século XVIII, havia omissão da sociedade em relação à organização de serviços para atender às necessidades individuais específicas desse grupo.

No Brasil, a inclusão começou a ser analisada no contexto escolar em 1996 pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) (Brasil, 1996) que determina a inclusão de alunos especiais em turmas regulares, que garanta infraestrutura de apoio especializado na escola regular para atender as necessidades peculiares de cada aluno.

Tradicionalmente, a educação especial organizou-se e atuou socialmente como atendimento educacional especializado substitutivo ao ensino comum; entretanto, no decorrer da última década, após diversos decretos, resoluções, entre outros documentos oficiais, a educação especial perdeu o caráter substitutivo, passando a integrar a proposta pedagógica da escola regular.

No que se refere ao ensino de Física, essas mudanças pressupõem ações docentes que não restrinjam os processos de ensino e de aprendizagem à

1 Mestrado em Ensino de Física pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física/UFPA, Graduado em Física. Professor rede estadual no Município de Vigia de Nazaré – PA.

2 Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará, Professora Titular da Universidade Federal do Pará, fraiha@ufpa.br.

3 Prof.^a Dra. Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará; Belém, PA, Brasil.

exploração majoritária da visão e da audição, em outras palavras, que não se restrinjam à oralidade e escrita por parte do professor e à passividade por parte dos alunos.

Este artigo descreve o Produto Educacional desenvolvido durante aproximadamente dois anos e meio no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 37 - UFPA. A metodologia proposta para o Produto Educacional foi concebida e implementada em duas etapas principais: i) a elaboração de um material didático (Kit Didático) utilizando habilidades táteis-visuais; e ii) a aplicação desse material junto a alunos videntes e não videntes de uma turma do terceiro ano do ensino médio regular.

Indivíduos com deficiência visual (DVs) podem desenvolver habilidades aprimoradas em outros sentidos (que não seja o da visão) quando devidamente estimulados. Considerando esse aspecto, foi elaborado um material didático que permite aos alunos com deficiência visual manipular o kit por meio do tato, além de explorar outro sentido distinto da visão, visando facilitar a compreensão dos conteúdos de Óptica Geométrica e promover maior inclusão desses estudantes no ensino regular de Física. O material didático desenvolvido apresenta fácil acesso e reprodução, dispensando a necessidade de equipamentos sofisticados ou investimentos elevados para sua implementação.

Este artigo tem como objetivo apresentar, de forma concisa e objetiva, as experiências observadas durante a elaboração e aplicação do material didático, bem como a análise realizada posteriormente, além de propor sugestões para aprimoramento em trabalhos futuros. A motivação deste estudo decorre das dificuldades identificadas por meio de experiência pessoal do primeiro autor, especialmente diante da presença de alunos com deficiência visual nas aulas de Física. Espera-se que este Produto Educacional possa contribuir significativamente para outros professores de Física envolvidos no ensino de pessoas com deficiência visual em escolas públicas.

APORTE TEÓRICO

O produto educacional apresenta uma Sequência Didática composta por material desenvolvido pelo professor de Física, com participação ativa de alunos videntes e não videntes, sobre Óptica Geométrica. O trabalho foi realizado em uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública no município de Vigia de Nazaré, Estado do Pará.

A iniciativa visa propor um Produto Educacional que promova a inclusão e facilite o processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual. Além de contribuir para o desenvolvimento pessoal e profissional dos envolvidos, a proposta busca proporcionar aos estudantes novas experiências científicas

e ampliar sua compreensão sobre Óptica Geométrica, abordando conceitos fundamentais como espelho plano, espelho esférico e lentes.

Para planejar uma aula de Física destinada a alunos com os temas mencionados, é fundamental que os docentes compreendam as definições legais relativas à deficiência visual. Do ponto de vista médico, considera-se cega a pessoa cuja melhor visão corrigida atinge até 20/200, ou seja, se o indivíduo enxerga a 20 pés (cerca de 6 metros), o que de uma pessoa com visão normal pode ver a 200 pés (cerca de 60 metros), ou ainda, quando o campo visual é menor que 20 graus. mesmo que a acuidade visual nesse campo restrito ultrapasse 20/200. Essa limitação é frequentemente denominada “visão em túnel” ou “visão em ponta de alfinete”. O indivíduo é classificado como portador de visão subnormal quando apresenta acuidade visual entre 6/60 e 18/60 (escala métrica) e/ou campo visual de 20 a 50 graus.

É possível ensinar Física a alunos com deficiência visual, desde que algumas precauções sejam tomadas, como por exemplo, o uso de adaptações em equipamentos que levem o aluno a construir significado ao que é estudado através de outros sentidos como tato, som, uso do Braille, e evitando ações que apenas possam ser vistas como gestos, equações e figuras. É importante buscar outros sentidos sensoriais como o tato, a audição. As pessoas com esse tipo de deficiência podem conseguir êxito em suas vidas pessoais e profissionais como posso citar Prof. Dr. Eder Pires de Camargo.

Os professores não devem esquecer que as perdas que a cegueira traz são muitas. Segundo Carrol (1968), as perdas podem ser sistematizadas da seguinte forma: emocionais, das competências básicas, na consideração pessoal, relacionadas à ocupação profissional, na comunicação e as que implicam a personalidade como um todo. Segundo Bruno e Mota (2001, p. 144). “...é ingênuo considerar que a cegueira é uma deficiência que atinge somente a visão. Ela pode abalar seriamente a estrutura psíquica de quem venha a adquiri-la”.

Desta forma, esta Sequência Didática propõe a elaboração de um material didático voltado ao desenvolvimento de aulas de Física sobre os temas: Introdução à Óptica, Espelho Plano, Espelhos Esféricos e Lentes Esféricas, com enfoque inclusivo. O objetivo é favorecer o alcance das habilidades e competências referentes ao ensino e aprendizagem desses conteúdos por parte de alunos com deficiência visual, assegurando sua participação efetiva nas atividades em sala de aula, em igualdade com alunos videntes. Para tal, foi desenvolvido um kit didático-experimental, composto por materiais acessíveis e de fácil manipulação, que possibilite a interação e o manuseio do conteúdo por alunos não videntes, juntamente com seus colegas videntes.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

a. Construção do material didático e suas definições didáticas

Essa proposta pode ser facilmente desenvolvida pelos professores que atuam na Educação Básica, pois, como foi dito anteriormente, trata-se de um material de fácil aquisição. Assim, este material, que corresponde ao nosso Produto Final, pode ser confeccionado pelos professores de Física e ser utilizado em sala de aula com alunos videntes e não videntes do ensino médio regular, inclusive com aplicação em aulas tradicionais, como escrita no quadro magnético ou com outros métodos de ensino em que se usa a visão, e mesmo assim podendo obter um rendimento no ensino e aprendizagem dos alunos, que não necessitam dispor da visão para aprender, mas sim do tato e outras habilidades sensoriais.

A principal dificuldade na elaboração deste material didático consistiu em desenvolver um recurso de baixo custo cuja textura despertasse o interesse da aluna não vidente. Outro desafio, foi adaptar o material às necessidades específicas da estudante. A tarefa revelou-se complexa devido à ausência de experiência prévia com estudantes com deficiência visual, ao desconhecimento do sistema Braille, à limitação da percepção tátil, bem como à falta de compreensão das perspectivas que pessoas com deficiência visual adquirem ao longo do tempo e de treinamento. Por isto, devemos ter muita atenção ao fazer qualquer tipo de adaptação que trabalhe com algum de limitação, visto que o modo de absorver o conhecimento é diferente em cada aluno, principalmente para aqueles com algum tipo de deficiência como a visual.

Muito além da proposta, o foco do trabalho consiste em investigar as potencialidades deste objeto de estudo para as pessoas com deficiência visual. Assim, aplicamos esta metodologia de um material didático com uma estudante do ensino médio em uma escola pública do município de Vigia de Nazaré, no Estado do Pará, buscando identificar a eficiência e as limitações da nossa proposta.

Para a confecção do kit didático que deve ser desenvolvido para o estudo da Óptica Geométrica, foram utilizados os seguintes materiais de baixo custo, que não apresentariam risco a aluna:

- Placas de papelão paraná de tamanho (34x22 cm).
- Papel 40 kg.
- Supercola.
- Fio barbante de cor azul só de uma espessura.
- Folha de EVA de diferentes cores e texturas.
- Régua.
- Tesoura.
- Lápis

b. Aplicação do material didático e da parte experimental do produto

Este trabalho foi desenvolvido como uma pesquisa metodológica de abordagem qualitativa que, segundo relatado por Minayo (1994, p. 21), “trabalha com significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis”.

A aplicação deste produto foi realizada em uma escola pública estadual de ensino médio do município de Vigia, pois possui alunos com deficiência visual matriculados, além de uma sala especializada no atendimento de alunos com este tipo de deficiência, e com a orientação de dois professores especializados na área de educação especial.

Dessa forma, a pesquisa foi conduzida em uma turma do terceiro ano do ensino médio regular, composta por uma estudante com deficiência visual e demais alunos videntes regularmente matriculados na mesma turma da escola pública estadual. Para resguardar sua identidade, a estudante será referenciada como aluna “X”. A discente, cega desde o nascimento, e matriculada no terceiro ano do ensino médio.

Foram realizados quatro encontros, com duração de cerca de duas horas cada aula, com a presença da estudante com deficiência visual, de seu professor acompanhante da educação especial e dos demais alunos videntes totalizando 40 alunos.

CONTEÚDO

Nestes encontros foram abordados conteúdos de Física, especificamente de Óptica Geométrica, que são Introdução aos Princípios da Óptica, tipos de Espelhos e, por fim, Lentes Esféricas, pois estão inseridos na grade curricular do primeiro semestre da rede pública do Estado do Pará.

Objetivos

- Estudar os conceitos iniciais da Óptica Geométrica, que aborda os seguintes temas: Raio de Luz; Feixes de luz Convergente, Divergente e Paralelo; Meios Transparente, Translúcido e Opaco; Reflexão Regular; Reflexão Difusa; Refração; Leis da Reflexão e Refração; Espelho Plano; Formação de imagem do espelho plano.
- Estudar os espelhos esféricos côncavo e convexo com suas características e a formação de imagens.
- Estudar lentes divergentes e convergentes com suas características e a formação de imagens.

- E a aplicação do material didático e da parte experimental do produto.

A proposta do projeto metodológica, destinada ao 3º ano do Ensino Médio Regular, está estimada para ser realizada em quatro aulas, com duração de duas horas cada, totalizando quatro encontros detalhados conforme apresentado a seguir.

DESENVOLVIMENTO

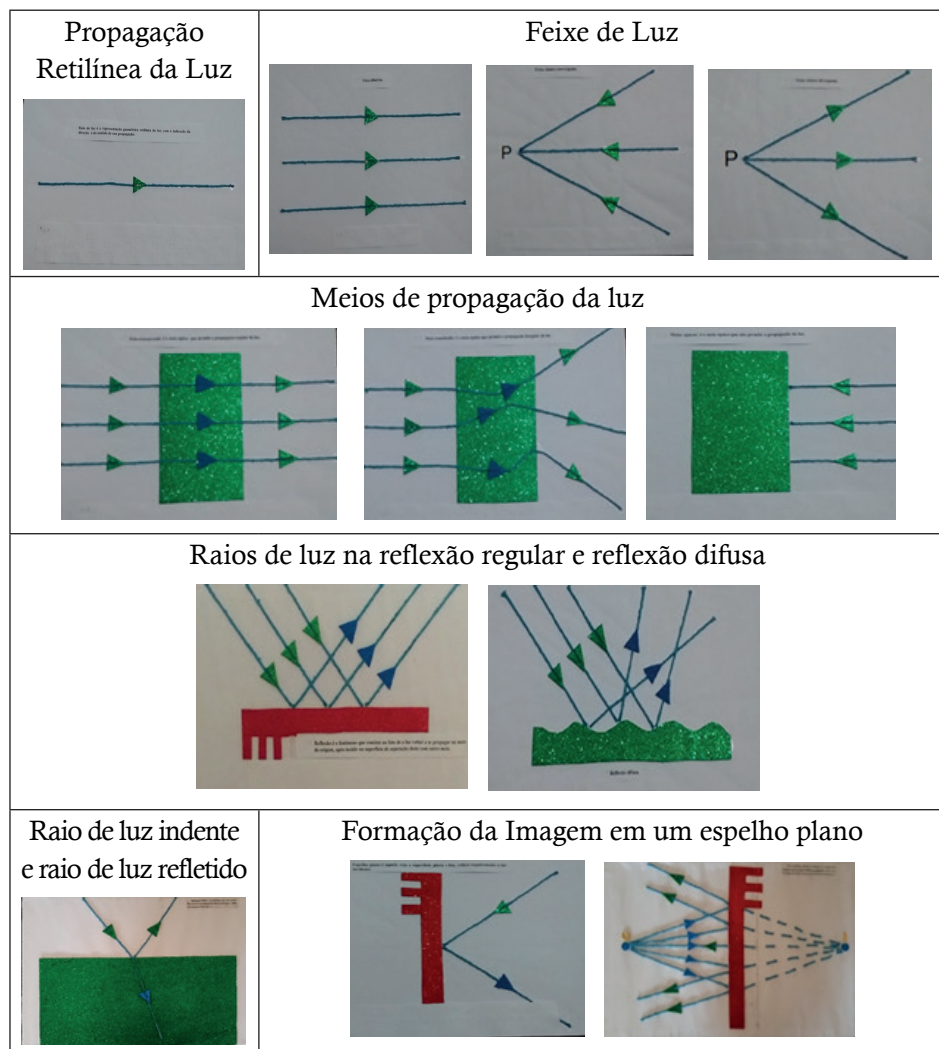
Aula 1: Introdução da Óptica até espelho plano

Ao começar a aula a aluna deve sentar-se na primeira fila, próximo do professor que vai ministrar a aula e acompanhada de professor especializado na área de educação especial (Ele terá a função de entregar ao aluno não vidente a sequência das peças do Kit didático). O Kit didático (maquete) deve estar organizado em sequência cronológica da explanação didática do professor, para que a aluna siga em harmonia com a aula projetada em Power Point e/ou no quadro para alunos videntes.

Nesta aula com duração 2 horas (ou 2h/aula), o professor deve ministrar os seguintes conteúdos:

- Raio de luz
- Feixe cônico convergente e divergente
- Feixe cilíndrico.
- Meio transparente
- Meio translúcido
- Meios opacos
- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Refração
- Espelho plano

Figura 1 - Maquetes trabalhadas na Aula 1



Fonte: Arquivo do Autor

Aula 2: Espelhos esféricos

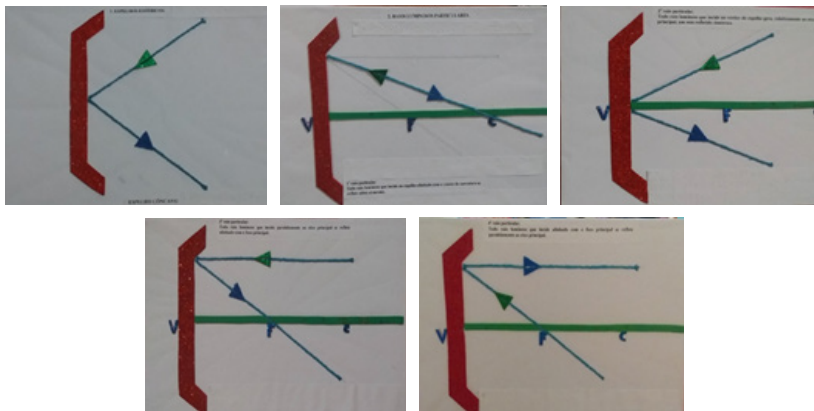
Na aplicação da segunda aula, seguindo o mesmo raciocínio da primeira, ou seja, o material didático deve ser organizado em sequência cronológica para que a aluna siga em harmonia com a aula projetada em Power Point no quadro para alunos videntes.

Nesta aula, que também deve ter duração 2 horas, o professor deve ministrar os seguintes conteúdos:

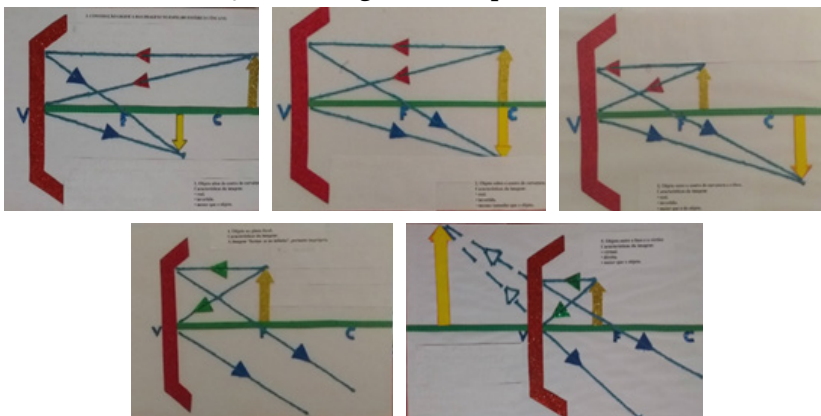
- Espelho esférico côncavo
- Espelho esférico convexo
- Raios luminosos particulares
- Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo
- Construção gráfica das imagens no espelho esférico convexo

Figura 2 - Maquetes trabalhadas na Aula 2

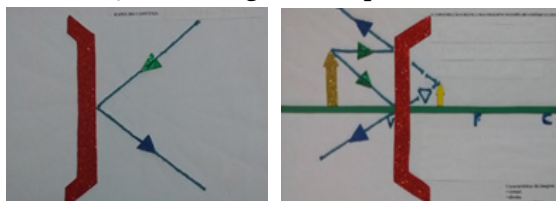
Trajetória dos raios incidentes e refletidos no espelho côncavo



Formação de imagens nos espelhos côncavos



Formação de Imagem no espelho convexo



Fonte: Arquivo do Autor

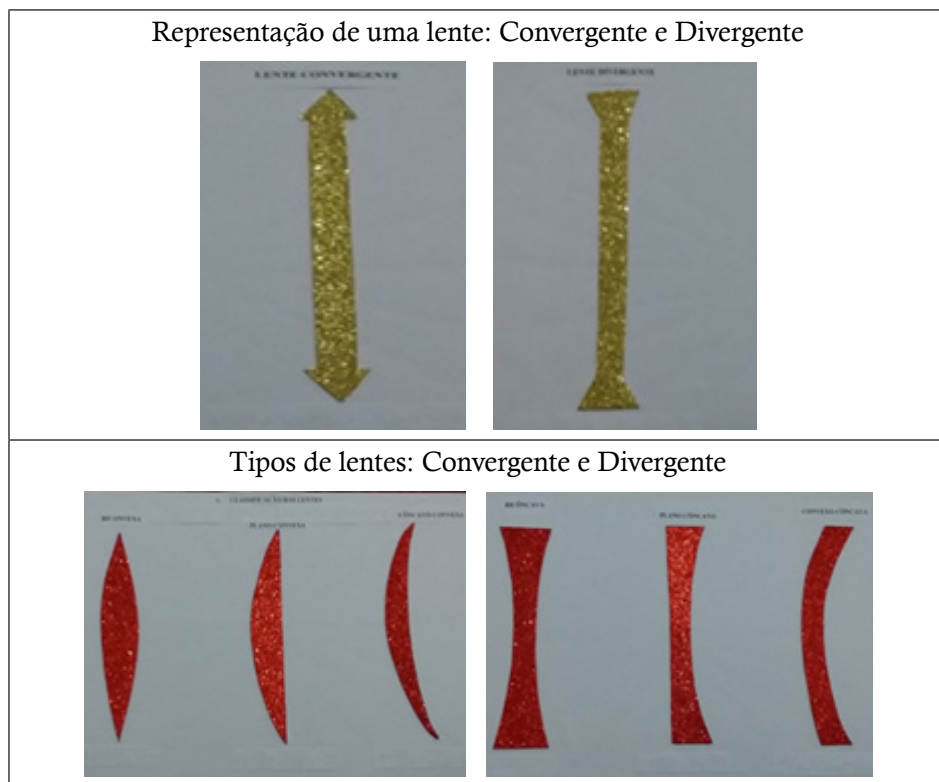
Aula 3: Lentes

Na aplicação da terceira aula, na parte teórica, novamente mantivemos o raciocínio da segunda aula, ou seja, o material didático tem que estar organizado em sequência cronológica para que a aluna não vidente siga em harmonia com a aula projetada em Power Point ou quadro para alunos videntes.

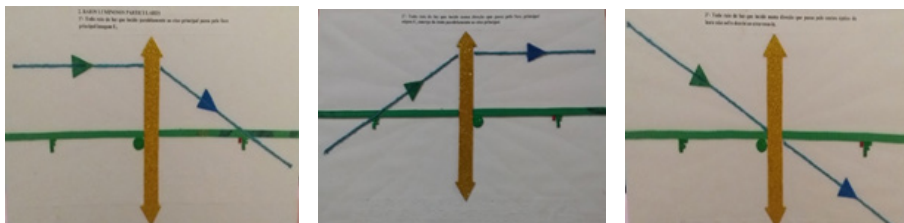
Esta aula teve a duração um pouco mais longa do que as anteriores, pois foi aquela em executamos a parte experimental, durou aproximadamente 3 horas. O professor deve ministrar os seguintes conteúdos (Figura 3):

- Classificação das lentes
- Lente convergente
- Lente divergente
- Raios luminosos particulares
- Construção geométrica de imagens de lentes convergentes
- Construção geométrica de imagens de lentes divergentes

Figura 3 - Maquetes trabalhadas na Aula 3



Trajatória dos raios de luz refratados em uma lente



Fonte: Arquivo do Autor

Imagens formadas na lente Convergente

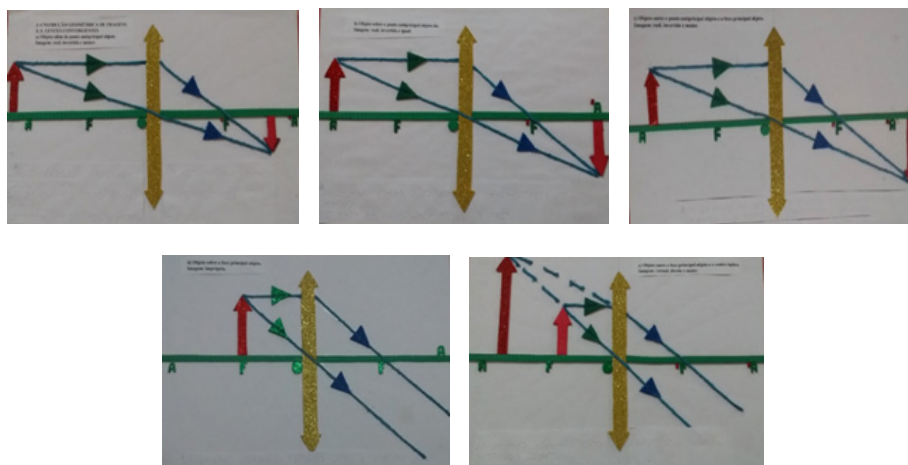
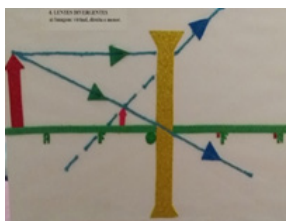


Imagem formada na Lente Divergente



Fonte: Arquivo do Autor

Aula 4: Parte Experimental

Na aplicação da quarta aula, foi montado um material experimental adaptado, usando materiais industrializados, cujo principal objetivo era encontrar a distância focal de uma lente convergente, para mostrar experimentalmente o que foi demonstrado na aula teórica, usando o material didático, onde participaram os alunos vidente e a aluna não vidente.

Experimento utilizado

A parte experimental foi aplicada na Escola Estadual de Ensino Médio, no Município de Vigia, onde foi montado um aparato usando um plano inclinado articulado, produzido industrialmente, onde foi presa uma barra de ferro sendo, nesta barra, acoplada uma régua escrita em braile e uma lente convergente. O principal objetivo da atividade é encontrar a distância focal da lente convergente.

Para o cálculo da distância focal, foi solicitado aos alunos que variassem o ângulo de inclinação do plano inclinado, com o objetivo de encontrar a posição em que os raios de Sol incidissem o mais perpendicularmente possível na lente. A imagem formada pelos raios era projetada em um papelão de cor preta, posicionado na base do plano. Quando os raios solares apareceram no papelão na forma de um ponto, viu-se que o papelão queimou facilmente, indicando que os raios paralelos, vindos do Sol ao incidirem na lente foram convergidos e passaram pelo foco. E assim, levar os alunos a observarem e concluir que essa distância entre a lente e o papelão é a distância focal da lente.

Ao descobrir o foco, os alunos videntes descobriram com certa facilidade a distância focal, medindo com uma régua essa distância, ou seja, a distância do centro óptico da lente até o local onde o papelão pegou fogo.

No entanto, para os alunos DVs, este experimento não teve o mesmo êxito, pois a ideia era que eles percebessem que os raios solares estavam convergindo no foco, quando o papel começasse a aquecer, queimar e liberar a fumaça. Deste modo, os não videntes perceberiam, através do olfato, o momento em que a luz estava no foco, o que foi dificultado pelo vento, pois este soprou forte levando a fumaça, o que dificultou aos DVs a percepção do seu cheiro.

Assim, em outro momento, foi aplicado na mesma escola, o mesmo experimento, com o aparato experimental mais bem adaptado para os alunos DVs. A barra de ferro presa ao plano, continha um balão cheio na cor preta e a lente convergente, que passou a ser móvel. Ao realizar o experimento movendo a lente, com o auxílio do professor especialista na área de educação especial, a aluna teve a percepção de que os raios solares tinham convergido para o foco da lente quando o balão estourou. A distância focal foi determinada com o uso do tato, contando os pontos separados de uma distância de 1 cm cada em uma fita em alto relevo presa na barra de ferro que continha a lente e o anteparo.

As imagens de todas as atividades desenvolvidas nas aulas estão detalhadas no texto da dissertação *Material Didático para o Ensino de Conceitos Básicos da Óptica Geométrica para Inclusão de Alunos com Deficiência Visual*, encontrada no link: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=10247156.

PARTE III

Evolução na aprendizagem

Antes das aulas, todos os alunos, videntes e não videntes, responderam a um questionário inicial sobre o tema. Após as atividades, foi aplicado um questionário final referente às aulas dadas.

Para a aluna com deficiência visual, as perguntas foram realizadas oralmente e as respostas devidamente registradas por escrito, sob a supervisão do professor especialista em educação especial. O objetivo do professor responsável pela aplicação do produto foi analisar e compreender os avanços decorrentes da aula ministrada em contexto de inclusão, avaliar os benefícios do material didático, mensurar o impacto da abordagem experimental no processo de aprendizagem da aluna DV e coletar críticas ou sugestões para aprimorar o Produto Educacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou em sua proposta metodológica ter o objetivo e a finalidade de avaliar, através do depoimento coletado de uma aluna com deficiência visual, qual o benefício da utilização de um material didático tátil-visual desenvolvido por nós, como auxílio na abordagem de Óptica Geométrica, para pessoas com necessidades especiais relacionadas à visão (cegueira), mas que também contemplasse os alunos videntes, ou seja, qual a avaliação que uma estudante não vidente fez do material produzido.

Este Produto Educacional constitui um recurso adicional para professores de Física que atuam no processo de inclusão de alunos com deficiência visual em turmas majoritariamente compostas por alunos videntes. Por meio deste material didático, amplia-se o leque de possibilidades do docente para promover a inclusão desses estudantes. Ressaltamos que não se pretende restringir o professor a esta metodologia, mas incentivá-lo a buscar novas estratégias de ensino e alternativas para superar os desafios enfrentados pelos alunos.

REFERÊNCIAS

BRUNO, M. M. G. e MOTA, M. G. B. **Deficiência Visual**, Série Atualidades Pedagógicas, Brasília, Ministério da Educação/Secretaria de Educação Especial, 2001.

CAMARGO, E. P. **Ensino de Física a alunos cegos ou com baixa visão. Física na Escola**, v. 8, nº 1 - maio de 2007.

CONDE, A. J. M, “**O que é a cegueira e a baixa visão**”. Instituto Benjamin Constant.<http://www.ibc.gov.br/fique-por-dentro/cegueira-e-baixa-visao> acessado em 07/2018.

CARROL, T. G. **Cegueira: O Que Ela É, O Que Ela Faz e Como Viver Com Ela**, S. Paulo, Ministério da Educação e Cultura, 1968.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. In: Maria Cecília de Souza Minayo. (Org.). Introdução. 1ed. Petrópolis: Vozes, v., p. 1-15, 1994.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Sugestão de questionário inicial e final

Em termos gerais, as questões no questionário inicial devem ter o propósito de ser questões que contextualizassem o local de aprendizagem, juntamente com o ensino, isto é, questões que possam revelar dificuldades dos estudantes com o ensino da Física, relações com o professor e os colegas. Elas precisam compor um momento de contextualização a respeito de como os estudantes percebem o ensino de Física que recebem na escola e, também, visa buscar informações, identificar conceitos prévios e conhecer suas expectativas sobre aquilo que **vão** conhecer.

O questionário final busca constatar se após a aplicação do produto educacional sobre Óptica Geométrica, e utilizando material didático adaptado para a aluno(a) com deficiência visual, ocorre ampliação e melhoria dos conhecimentos prévios e os novos conhecimentos adquiridos.

➤ Questionário Inicial

Questão 1: Qual a sua principal dificuldade na disciplina Física?

Questão 2: O professor de Física desenvolve atividades alternativas de acordo com suas necessidades? Se positivo, quais? Se negativo, por quê?

Questão 3: Em sua opinião o que deve ser feito para melhorar o ensino para as pessoas com deficiência visual?

Questão 4: Já ouviu falar sobre Óptica Geométrica? Em caso afirmativo, o que você lembra a respeito desse conteúdo?

Questão 5: O que você espera aprender sobre Óptica Geométrica?

Questão 6: Você já estudou espelho plano, espelho esférico e lente? Caso afirmativo, o que você aprendeu desses assuntos?

➤ Questionário Final

Questão 1: A aula apresentada proporcionou conhecimentos além dos já possuídos? Quais?

Questão 2: Em sua opinião, qual a utilidade do material didático para a compreensão do assunto Óptica Geométrica? A qualidade foi satisfatória para você?

Questão 3: Explique, com suas palavras, o que você entendeu sobre espelho plano, espelho esférico e lentes?

Questão 4: Você consegue relacionar as aulas ministradas com o material didático apresentado?

Questão 5: Você possui alguma sugestão, crítica ou alguma proposta para melhorar a aula ministrada?

APÊNDICE B

Atividade Prática 1: Lentes na Vida Real

Materiais necessários: Material didático (Kit), lupa e lentes.

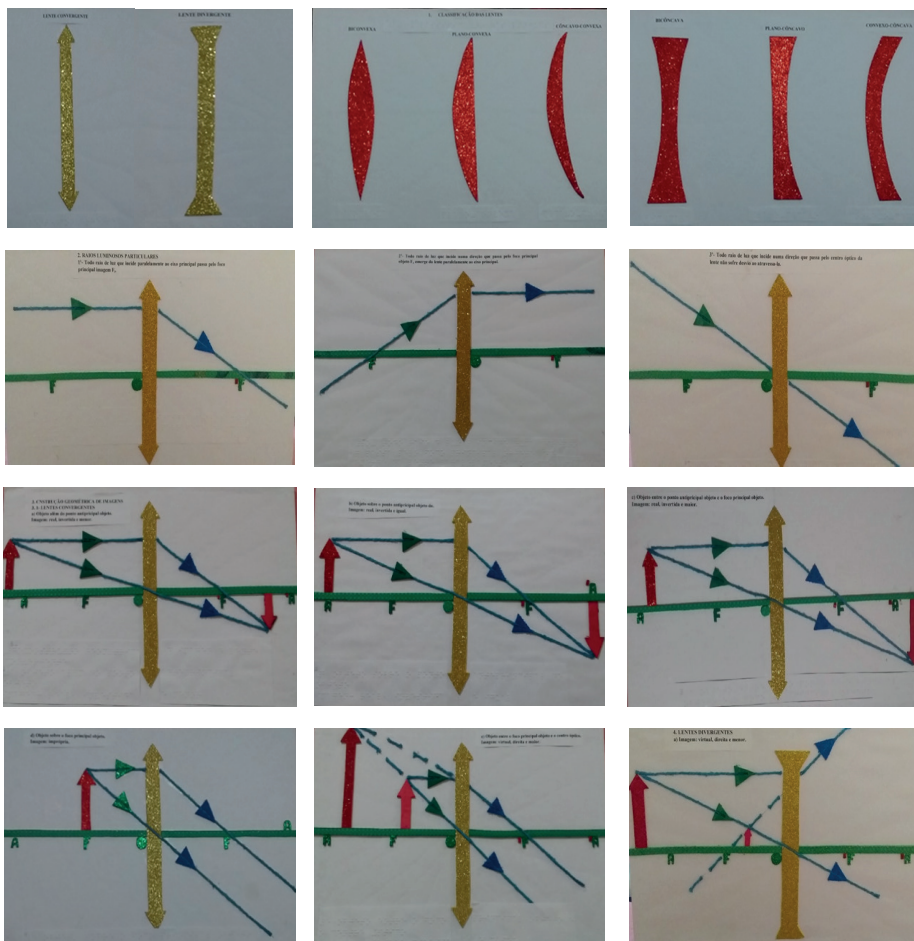
Desenvolvimento da atividade:

Na aplicação da aula, o material didático tem que estar organizado em sequência cronológica para que o aluno não vidente siga em harmonia com a aula projetada em Power Point no quadro para alunos videntes.

A aula deve ter uma duração de duas horas para que os alunos videntes e não videntes, possam compreender o conteúdo ministrado pelo professor, que deve ministrar os seguintes conteúdos: tipos de Lentes, classificação das lentes, raios luminosos particulares de uma lente convergente e divergente e construção geométrica de imagens de lentes convergentes e também construção geométrica de imagens de lentes divergente.

O professor deve distribuir os materiais para os alunos e pedir que eles observem as lentes que são feitas de vidro transparente. Em seguida, os alunos videntes e não videntes, devem identificar se as lentes são convergentes ou divergentes, côncava e convexa e explicar por quê. O professor deve circular pela sala, auxiliando os alunos e esclarecendo dúvidas. Esta atividade permitirá que os alunos vejam a aplicação prática dos conceitos estudados. Pois com essa dificuldade encontrada pelos alunos com essa deficiência, propomos que os alunos com DV (deficiência visual) juntos com os alunos videntes reconheça os tipos de lentes, e suas característica das imagens tanto de lentes convergente e divergente como mostrada na figura abaixo.

Fonte: Arquivo do Autor



METODOLOGIA PEER INSTRUCTION APLICADA AO ENSINO DE TERMOLOGIA

Cristiane Azevedo¹

Maria da Conceição Gemaque de Matos²

Maria Lúcia de Moraes Costa³

APRESENTAÇÃO

Os conceitos de calor e temperatura são obstáculos epistemológicos⁴ estudados com certa abrangência na literatura da pesquisa do ensino de Física. Tais pesquisas demonstram que mesmo após concluírem o ensino médio os alunos ainda conservam suas concepções prévias sobre esses conceitos (Sasseron, 2013). A dificuldade de superar esses modelos científicos e aprofundar a aprendizagem dos conceitos científicos apresentados pela Física são desafios comuns na educação básica.

Os alunos são capazes de realizar cálculos para determinar a quantidade de calor que um corpo necessita para sofrer uma determinada variação de temperatura, mas não conseguem distinguir os conceitos de calor e temperatura ou mesmo aplicá-los para interpretar e explicar fenômenos do seu cotidiano. O ensino tradicional, com aulas exclusivamente expositivas, com ênfase em resolução de problemas apenas numéricos, leva os alunos apenas a memorizar equações, sem uma reflexão sobre o seu significado e sem relacionar com os conceitos estudados.

Então, urge a necessidade de mudança na postura do professor e do aluno no processo de ensino aprendizagem para possibilitar uma reflexão mais crítica

1 Mestre em Ensino de Física. Professora da SEDUC – PA. Professora da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Bom Pastor. Email: azevedo.cristiane@rocketmail.com.

2 Docente do Programa de Pós-Graduação MNPEF/UFPA. Doutora em Educação em Ciências e Matemática. Mestrado em Educação e Licenciada em Física. Pesquisadora na área do ensino de Física. Email: cgemaquematos@gmail.com.

3 Docente do Programa de Pós-graduação MNPEF/UFPA. Pós-Doutorado em Ensino de Física. Doutorado em Física, tem Mestrado em Física. Bacharel e Licenciada em Física. Email: luciacaosta@ufpa.br.

4 Gaston Bachelard destaca que os *obstáculos epistemológicos*, as noções-obstáculos, se constituem em *obstáculos pedagógicos*. O problema do conhecimento deve ser colocado em termos de obstáculos Bachelard, 1971, p.187).

sobre o que se ensina e sobre o que se aprende. Nessa perspectiva, aconselha-se o uso de metodologias ativas de ensino com objetivo de motivar professores e alunos em um ensino mais participativo e colaborativo.

Este artigo apresenta o produto educacional que utiliza as metodologias ativas *Peer Instruction* (Instrução pelos Colegas – IpC) e *Just-in-time Teaching* (Ensino sob Medida – EsM) em uma proposta para o ensino de tópicos de Termologia, na educação básica. O uso das metodologias combinadas tem se mostrado muito frutífero no ensino de Física, buscando promover uma aprendizagem conceitual mais significativa e estimular o engajamento dos alunos no seu processo de ensino e aprendizagem. Este produto educacional foi desenvolvido a partir da dissertação de mestrado: Ensino da Termologia utilizando a metodologia Peer Instruction, defendida no MNPED – Polo 37/UFPA, com objetivo de contribuir para um ensino de Física mais significativo e motivador, assim como auxiliar os professores na realização dos métodos em suas aulas, tornando as mais atrativas e dinâmicas. Nos anexos vamos encontrar sugestões de atividade de leitura (AL), testes conceituais (TC) e propostas de atividades.

Esperamos que este produto educacional auxilie o professor na sua prática pedagógica e estimule a experimentar novas metodologias em suas aulas, sempre buscando um aprendizado mais crítico e participativo pelo aluno.

O QUE É JUST-IN-TIME TEACHING?

O *Just-in-time Teaching*, traduzido na literatura como Ensino sob Medida (EsM), é um método desenvolvido pelo professor Gregor M. Novak e seus colaboradores na década de 90 (Oliveira, 2012). O Ensino sob Medida é uma estratégia de ensino que utiliza a tecnologia e a Web para melhorar as atitudes e o desempenho dos alunos (Gavrin, 2006).

O Junt-in-time incentiva os alunos a se prepararem previamente para as aulas promovendo uma aprendizagem ativa. Ajuda os professores a identificarem os pontos fortes e fracos de seus alunos, também incentiva a escrita como parte integrante da aprendizagem. (Gavrin, 2006, pág. 09- tradução).

Para muitos professores o ambiente de sala de aula ideal é aquele em que os alunos estão todos quietos prestando atenção no que o professor fala, mas segundo Meyers e Jones, (1993) para que o aluno tenha uma aprendizagem efetiva ele deve fazer algo mais do que só ouvir (apud Barbosa, Moura, 2013, p. 55). Para uma aprendizagem ativa é preciso que o aluno seja mais do que um mero espectador, é preciso que ele se envolva ativamente no processo.

Assim, aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo – ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor. Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento (Barbosa, Moura, 2013, p. 55).

Na proposta metodológica EsM, o professor utiliza a internet para indicar aos alunos materiais de estudo (ex: Textos, vídeos, simulações etc.) para que o aluno se prepare previamente para a aula realizando tarefas de leitura (TL).

As tarefas de leitura (TL), além de incentivar a leitura e estimular a reflexão do aluno sobre o conteúdo estudado, têm objetivo de mapear as principais dificuldades que os alunos encontraram ao ler o material, elas servem de subsídio para o professor preparar suas exposições e selecionar os seus testes conceituais. Nas tarefas de leitura, o aluno deve responder questões conceituais que abordem os aspectos fundamentais do tema e uma questão para que o aluno descreva as dificuldades encontradas. Assim o professor pode ajustar suas estratégias em sala de aula às necessidades dos alunos procurando a melhor maneira de sanar as dificuldades manifestadas por eles (Oliveira, 2012).

Com a aplicação do EsM colocamos as dúvidas dos alunos como ponto de partida para estruturarmos a aula buscando a melhor abordagem para sanar suas dificuldades, reforçando aquilo que ficou mais obscuro para o aluno e suprimindo os conceitos que foram compreendidos facilmente, portanto o professor terá que adaptar suas aulas às necessidades de cada turma (Araújo, Mazur, 2013). Isso vai exigir que o professor invista mais tempo no seu planejamento, pois cada turma pode apresentar diferentes demandas.

O QUE É *PEER INSTRUCTION* OU INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (IPC)?

O método *Peer Instruction* (traduzido na literatura por Instrução pelos Colegas - IpC) foi elaborado pelo professor Eric Mazur, da universidade de Harvard (EUA) na década de 1990 e tem se mostrado uma alternativa viável as aulas tradicionais, onde o professor ocupa o papel central na exposição de ideias e conceitos, os alunos apenas assistem passivos às explicações do professor, mesmos apresentando dúvidas poucos têm a iniciativa de se manifestarem durante a aula.

Métodos ativos de aprendizagem tem se mostrado essenciais seu processo de ensino e aprendizagem, incentivando um maior envolvimento cognitivo do aluno no exercício de habilidades como reflexão, interpretação, síntese e comunicação permitindo uma maior reflexão crítica levando o aluno ser construtor do seu conhecimento, possibilitando uma aprendizagem significativa.

Moreira (2015) destaca que aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos ou proposições já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

O IpC é um método de ensino centrado da aprendizagem dos conceitos fundamentais dos assuntos abordados e na interação dos alunos envolvendo os em discussões durante as aulas (Araujo, Manzur, 2013).

Ao contrário da prática comum de fazer perguntas informais durante uma palestra tradicional, que tipicamente envolve apenas alguns alunos, o PI incorpora um processo de questionamento mais estruturado que envolve todos os alunos da turma. (Crouch, et al, 2007, p.5)

O método otimiza o tempo em sala, resolvendo problemas recorrentes nos métodos tradicionais. O IpC torna as aulas mais interativas fazendo o aluno participar das discussões, mudando sua postura passiva durante a aula. Ao aplicarmos as atividades, passamos a reservar pouco tempo para questionamentos objetivando que os alunos esclarecessem suas dúvidas.

No método IpC dúvidas e questionamentos são discutidos entre os alunos. Aqueles que não compreenderam os conceitos e têm dificuldade de se manifestarem, neste momento, através da escuta dos diálogos podem superar suas dúvidas. Com o método IpC o aluno aprende com a ajuda dos colegas, algumas vezes é mais fácil para o estudante expressar suas dificuldades para os amigos do que para o professor.

O uso do IpC permite ao professor obter feedback imediato sobre o aprendizado dos alunos, identificando dificuldades a partir do desempenho em testes conceituais. o professor pode acompanhar a evolução do aluno durante a aplicação dos testes. O IpC permitiu ao professor intervir e sanar dúvidas no momento da aula, permitindo que o aluno obtenha maior êxito nos testes finais.

Para aplicação do IpC também é necessário que o aluno faça uma leitura prévia dos conteúdos que serão abordados na aula. Para assegurar que esta etapa seja cumprida é comum associá-lo a outro método, o Ensino sob Medida (EsM). A combinação dos dois métodos tem mostrado relevantes resultados na aprendizagem dos alunos (Crouch, et al., 2007, Araujo, Manzur, 2013, Mazur, 2015).

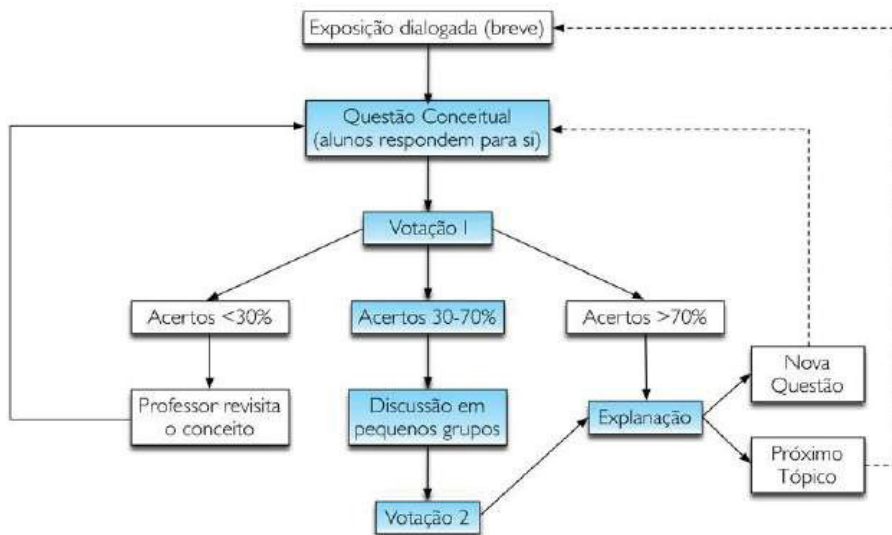
As tarefas de leitura têm objetivo de mapear as principais dificuldades que os alunos encontraram ao ler o material, elas servem de subsídio para o professor preparar suas exposições e selecionar os testes conceituais. Para Manzur (2015) a qualidade dos testes é essencial para o sucesso do IpC, eles devem:

- focar em um único conceito,
- dispensar equações para serem resolvidos,
- conter respostas de múltiplas escolhas,
- conter uma linguagem clara e objetiva,

- possuir o grau de dificuldade adequado,

A Figura (1) demonstra o esquema de aplicação do método Instrução pelos Colegas (IpC).

Figura (1): Diagrama das etapas do método Peer Instruction (Instrução pelos Colegas).



Fonte: Araújo, Manzur, 2013, p. 2013.

COMBINAÇÃO DO MÉTODO ENSINO SOB MEDIDA E INSTRUÇÃO POR COLEGAS

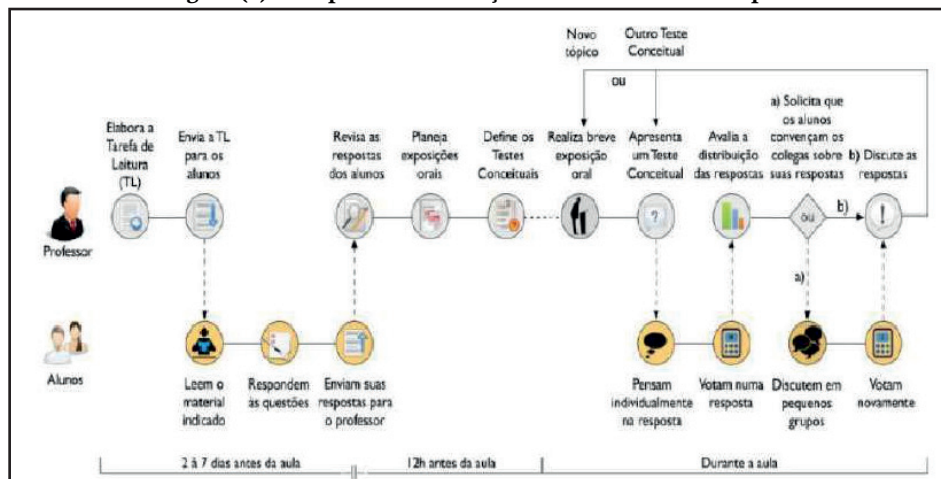
A aplicação do IpC desde o início possibilita que o aluno tome contato com o conteúdo da aula previamente, por isso Mazur (2015) indica seções do livro ou notas de aulas para que os alunos estudem antes dos encontros presenciais. Para garantir que os alunos leiam o material antes da aula, o autor sugere aplicar quizzes ou testes conceituais. Posteriormente a essas tarefas de leituras a metodologia é substituída pelo Ensino sob Medida (Müller, 2017).

Portanto um ponto chave é conseguir que os estudantes façam parte do trabalho antes da aula expositiva. Se os alunos estudam previamente os assuntos poderão contribuir melhor nas discussões, usando argumentos mais consistentes e desta forma o debate ganha em qualidade.

A aplicação do EsM combinado com o IpC possibilita ao professor conhecer as concepções prévias dos alunos direcionando o seu planejamento para as exposições orais e a escolha dos testes conceituais (Araújo, Mazur, 2013). Portanto o EsM desempenha duas funções dentro da estratégia de ensino. Primeiro faz o aluno interagir com o material de estudo previamente

assim ele se prepara para os debates em sala, em segundo, fornece ao professor o feedback possibilitando a ele identificar os conhecimentos prévios dos alunos. A F(2) demonstra as etapas de combinação do método EsM e IpC, propostas por Araújo e Mazur (2013)

Figura (2) – Etapas da combinação dos métodos EsM e IpC.



Fonte: Araújo e Mazur, 2013, p. 374.

Araújo e Mazur (2013) propõem a seguinte estrutura para combinação dos métodos, dividindo em *11 momentos*:

- o professor elabora a Tarefa de Leitura (TL) e em seguida envia aos alunos.
- os alunos leem o material indicado pelo professor e respondem as tarefas de leituras e enviam as respostas para o professor.
- o professor analisa as respostas das TL e prepara sua exposição oral e escolhe os testes conceituais.
- no encontro presencial (durante a aula) o professor faz uma breve exposição sobre um tópico (5 a 15 minutos).
- o professor lança um teste conceitual, é importante que o professor leia em voz alta o enunciado para que os alunos não tenham dúvida sobre o comando.
- os alunos, individualmente, analisam a questão e escolhem a alternativa que julgam correta (1 a 2 minutos).
- o professor registra as respostas dos alunos.
- sem revelar a resposta correta o professor solicita que os alunos formem pequenos grupos (de 2 a 4 alunos) para discutirem sobre suas respostas, tentando convencer seus pares. É importante que os alunos escolham

colegas que votaram em alternativas diferentes.

- os alunos, após a discussão, votam novamente.
- o professor registra novamente as respostas
- o professor revela a alternativa correta e faz uma breve exposição. Analisando cada item das alternativas.

Para o registro das respostas (7º momento) pode ser usado vários recursos. Os alunos podem simplesmente levantar as mãos. Esse método é mais demorado para que o professor registre as repostas e permite que os alunos vejam como seus colegas votam e o aluno que não estão seguros de sua reposta pode ser influenciado a votar na mesma alternativa do aluno que ele julga saber mais.

Visando dinamizar a coleta das respostas dos alunos, o método bastante usado são os cartões ou flashcards (Oliveira, 2012). Pode-se usar também dispositivos eletrônicos sem fio que se comunicam com o computador do professor chamados clikers. O método de votação não interfere significativamente no ganho cognitivo dos alunos (Lasry, 2008). Recentemente o aplicativo Plickers foi criado como ferramenta para fazer a leitura de cartões codificados. A figura (3) e (4) demonstram exemplos de cartões resposta utilizado para votação e receptores de respostas.

Figura (3): Exemplo de um cartão resposta (flashcard)

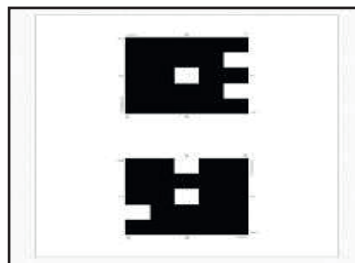


Fonte: Oliveira, 2012.

Fig (4): (a) Receptor sem fio (clikers). (b) Cartões codificados do aplicativo Plickers



(a)



(b)

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/unav/>

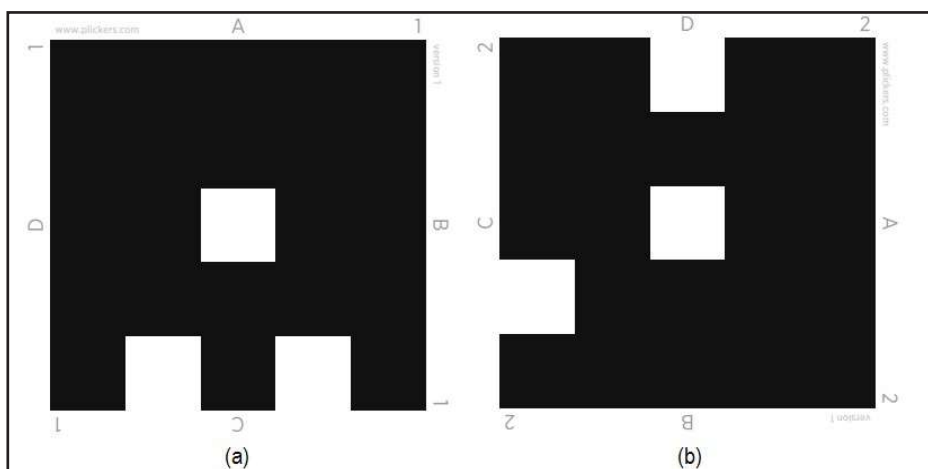
Fonte: <https://www.plickers.com/cards>

Ainda nessa etapa o professor analisa os índices de acertos e se o percentual for menor que 30 % o professor retorna ao 4 ° momento e revisita o tópico usando uma abordagem diferente e logo em seguida lança um teste conceitual (5° momento), podendo repetir a questão ou optar por outro teste que aborde o mesmo conceito. Se o índice de acertos for entre 30% e 70% o professor segue para o 8° momento e se o percentual de respostas corretas for 70% ou mais ele segue para 11° momento.

O APLICATIVO PLICKERS

O aplicativo plickres é uma ferramenta disponível gratuitamente na internet e pode ser usada em aparelhos celulares com sistemas operacionais Android e IOS. O uso do aplicativo, além de ser usado para registrar as respostas dos alunos, permitirá ao professor obter uma estatística de acerto dos seus alunos de maneira rápida. Irá identificar quantos acertaram ou erraram a questão. E, quem acertou e errou, o professor poderá acompanhar o rendimento individual de cada aluno. Os alunos precisam apenas expor o cartão de votação (Figura 5) em uma posição específica que será associado à alternativa. O aluno posiciona o cartão de forma que a letra (A, B, C ou D) que indica a alternativa escolhida fique voltada para cima e o professor faz a leitura do cartão usando a câmera do celular. Os cartões são individuais de formatos diferenciados e numerados, assim o professor pode associar cada cartão, por exemplo, com número da lista de frequência da turma (o número 1 da lista receberá o cartão 1).

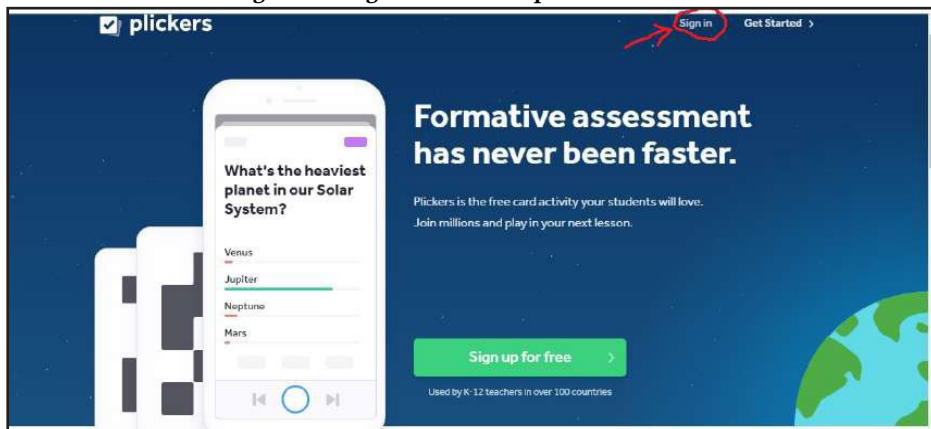
Figura (5): modelo de cartão *Plickers-cards*.



Fonte: Adaptado de assets.plickers.com/plickers-cards/PlickersCards_2up_LargeAnswers_1-40.pdf.

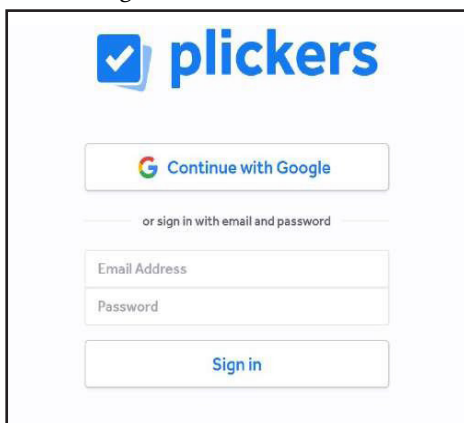
Para se cadastrar é preciso acessar o site www.plickers.com e só depois utilizar o aplicativo na sala de aula. A seguir imagem da tela inicial do aplicativo (Figura 6). Na figura (7), área de cadastro, temos a área para cadastrar o docente.

Figura 6 - Página inicial do aplicativo Plickers



Fonte: <https://get.plickers.com>. Acesso em: 20 fev. 2019.

Figura 7 – Área de cadastro



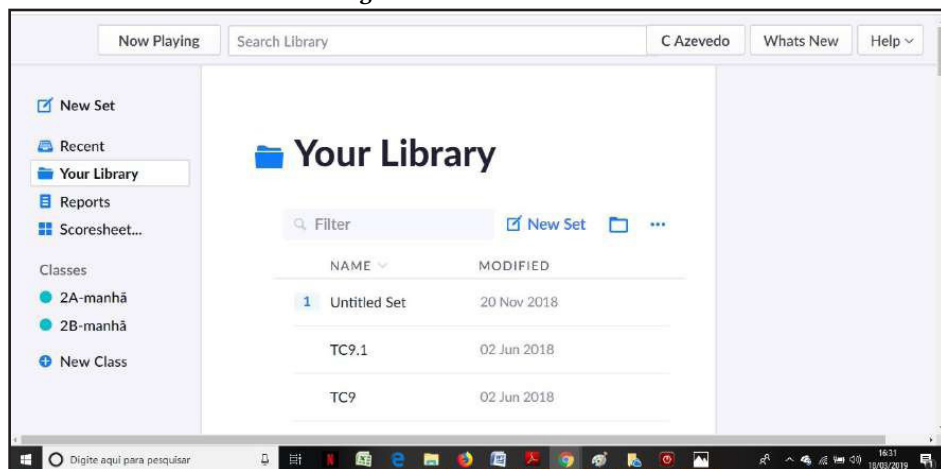
Fonte: <https://get.plickers.com>. Acesso em: 20 fev. 2019.

Depois de se cadastrar o docente poderá cadastrar as turmas e os alunos, na área do usuário (Figura 8), você encontra a função para cadastrar as turmas e os alunos (*Make a class and add some students*), gerar os cartões (*Get the cards*) e adicionar as questões (*add some questions*), as questões ficam registradas na área *Your Library* (Figura 9), podendo ser editadas a qualquer momento.

Embora as funções do aplicativo Plickers estejam no idioma inglês sua manipulação é simples. A coleta das votações através do dispositivo Plickes

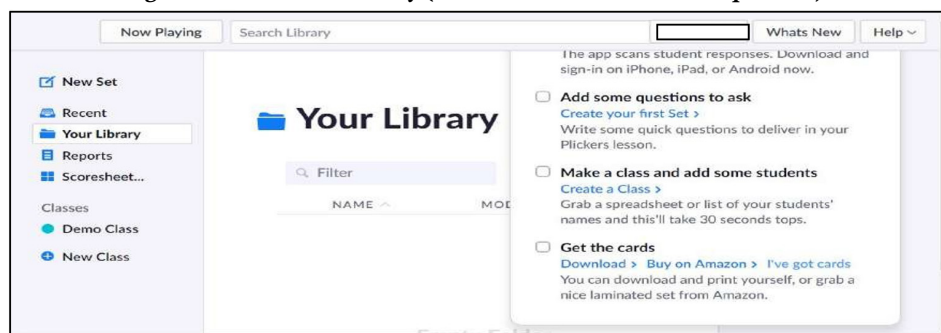
independe de conexão via internet e somente o professor precisa usar o celular. O desempenho dos alunos é armazenado na própria conta do usuário, podendo ser acessados através da função *reports*, presente na área de trabalho do usuário. De posse dos resultados dos testes conceituais, o professor terá condições de medir o aprendizado da turma a respeito de tópicos específicos dos assuntos expostos por meio dos testes conceituais

Figura 8 – Área do usuário



Fonte: <<https://get.plickers.com>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

Figura 9- Área Your Library (onde ficam armazenadas as questões).



Fonte: <<https://get.plickers.com>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

As estatísticas geradas pelos resultados possibilitam o professor identificar as dificuldades dos alunos e orientar nas estratégias de ensino que devem ser adotadas para melhor a aprendizagem dos alunos. É importante que os resultados não sejam usados somente como critérios de avaliação dos alunos, mas também como estímulo para sua participação ativa no processo de aprendizagem.

PROPOSTA DE PLANEJAMENTO DAS AULAS

No quadro a seguir apresentamos uma sugestão para distribuição das aulas no desenvolvimento das metodologias.

Quadro 1: Planejamento das aulas

Encontros	Conteúdo	Estrutura da Atividade
1ª Aula	Pré-teste Apresentação das metodologias.	Apresentação oral das metodologias que serão aplicadas nas aulas. Aplicação do pré-teste.
2ª Aula	Calor, temperatura e equilíbrio térmico.	Atividade de leitura (TL1)
3ª Aula	Calor, temperatura e equilíbrio térmico.	Realização de experimento - Aula dialogada sobre os conceitos: calor, temperatura, energia interna e equilíbrio térmico; Aplicação de testes conceituais.
4ª Aula	Calorimetria: calor sensível e calor específico	Atividade de Leitura (TL2)
5ª Aula	Calorimetria: calor sensível e calor específico	Exibição do vídeo sobre calor específico – Experimento dos balões; Aula dialogada sobre os conceitos de capacidade térmica e calor específico Aplicação de testes conceituais
6ª aula	Transferência de calor: condução, convecção e irradiação	Atividade de Leitura (TL03)
7ª aula	Propagação de calor (1) – condução; condutores e isolantes.	Atividade experimental para demonstração da propagação por condução. Aula dialogada sobre condução térmica, condutores e isolantes. Aplicação de testes conceituais utilizando o IPC.
8ª aula	Propagação de calor (2) – convecção e Irradiação.	Atividade experimental; Aula dialogada sobre os processos de convecção e irradiação; Aplicação dos testes conceituais.
9ª aula	Calor sensível e calor específico	Resolução de problemas numéricos

Fonte: Autora

Aula 01

Sugerimos a aplicação do inventário de Yeo e Zadnick (2001) como pré e pós- teste (Anexo A). A utilização do questionário tem o objetivo de identificar as concepções prévias dos alunos sobre os conceitos de calor e temperatura e

avaliar a aprendizagem dos alunos através da comparação dos testes antes e depois da aplicação da proposta.

É importante nessa aula o professor apresentar para os alunos os métodos Instrução por Colegas (IpC) e o Ensino sob Medida (EsM). O Aluno deve responder o questionário individualmente sem consulta a qualquer tipo de material.

Aula 02

Primeira tarefa de leitura (TL1). Os alunos devem ler um texto (Sugestão de leitura: Anexo B) e responder a questões relativa à temática do texto.

Aula 03

Inicie a aula com o experimento das bacias, contendo água com temperaturas diferentes, para discutir sobre sensações térmicas. As atividades experimentais estimulam a participação dos alunos, assim como torna o ensino da Física mais atrativa para o aluno. Em seguida aborde os conceitos de calor, temperatura, energia interna e equilíbrio térmico utilizando o método Instruções por Colegas (IPC). Esta atividade tem o objetivo de definir cientificamente os conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico; relacionar os conceitos de temperatura e calor com fenômenos de situações do cotidiano, e assim também promover a interatividade entre os alunos.

Sugestão de questões para discussão com os alunos:

- Qual a sensação térmica (quente ou frio) sentida quando a mão é colocada na água morna? O que isso significa?
- Qual a sensação térmica (quente ou frio) sentida quando a mão é colocada na água gelada? O que isso significa?
- Qual a sensação térmica sentida quando as mãos são colocadas na água à temperatura ambiente? O que isso significa?
- A temperatura da água (a sensação térmica) está diferente para cada mão?

Aula 04

Segunda tarefa de Leitura (TL02), (Sugestão de leitura: Anexo C).

Aula 05

Sugerimos a exibição de vídeo (s) que tratem sobre “calor específico”. (Por exemplo, o experimento do balão que não estoura). A aula deve ser dialogada abordando os conceitos de capacidade térmica e calor específico utilizando o método IPC. De acordo com o experimento, discutir questões relativa ao mesmo

(Por exemplo: O que observamos nesse experimento? Qual o balão demorou mais para estourar? Por que você acha que isso aconteceu?)

Aula 06

Terceira tarefa de Leitura (TL03), (Sugestão de leitura: Anexo D).

Aula 07

Inicie a aula com experimento sobre condução, o objetivo é demonstrar a propagação do calor por condução através de materiais diferentes. Em seguida aborde o conteúdo de propagação por condução de forma dialogada utilizando **exemplos do cotidiano do aluno, para exemplificar**. A aula busca tem como objetivo compreender o processo de propagação de calor por condução e identificar materiais como isolante e condutores aplicados em situações do cotidiano do aluno.

Aula 8

Inicie a aula com experimentos para demonstrar a propagação de calor por convecção e irradiação, com o objetivo de demonstrar, por exemplo, a movimentação das camadas atmosféricas, o aquecimento de um recipiente com água fervendo, entre outros.

7. Em uma segunda etapa do experimento pedimos para que os alunos aproximem a mão da chama da vela para que eles percebam a temperatura da mão aumentar.

Sugestão de questões para discussão com os alunos

- O que causa o aquecimento da nossa atmosfera?
- Por que o ar quente sobe?
- O faz a atmosfera se movimentar?
- Qual a melhor posição para instalar um aparelho de ar-condicionado? O que justifica sua resposta?

Aula 9

Reserve esta aula para a resolução de problemas em etapas diferentes. Elabore 3 blocos de questões. O primeiro com quatro questões, o segundo e o terceiro com três questões (Sugestão: Anexo E). Os alunos devem ser divididos em duplas, para que cada dupla receba três blocos com questões, da seguinte forma: Inicialmente, deve ser entregue para cada dupla o primeiro bloco, quando a dupla terminar de resolver entrega para o professor corrigir, se as

questões estiverem corretas, eles receberam o segundo bloco de questões e assim por diante. As questões devem possuir níveis crescente de dificuldades, assim o aluno vai vencendo etapas ao resolver as questões. E, para finalizar a proposta de ensino, volte a aplicar o primeiro teste feito aos alunos, buscando verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos.

CONCLUSÃO

O produto educacional mostra que as metodologias IpC e EsM são alternativas eficazes para renovar o ensino de Termologia em Física no Ensino Médio. Os resultados obtidos, quando este produto educacional foi aplicado em uma turma do 2º ano do ensino médio, em uma escola pública, demonstraram maior engajamento dos alunos, melhor rendimento nas avaliações finais e as aulas de física ficaram mais dinâmicas. Outra mudança observada foi a diminuição de conversas paralelas e o uso inapropriado do celular durante as aulas. Atribuímos esta mudança a aplicação das metodologias ativas propostas. Ao vivenciarem uma experiência diferente de ensino, os alunos se sentiram mais estimulados (Azevedo, 2019).

Os resultados apontaram que a proposta favorece a compreensão conceitual, ao mesmo tempo em que estimula o protagonismo estudantil, refletido em maior atenção, participação e envolvimento nas aulas. Esse cenário demonstra que metodologias que privilegiam a problematização, a interação e a contextualização dos conteúdos contribuem para superar práticas tradicionais centradas na mera transmissão de conceitos e fórmulas, ao invés de enfatizar a aprendizagem de conceitos físicos e suas aplicações na interpretação de fenômenos.

Um exemplo, na Termologia, é quando o aluno aplica equações para calcular o calor sensível trocado por um corpo ao sofrer uma variação de temperatura, mas não consegue diferenciar significado dos conceitos de calor e temperatura descrevendo ou analisando fenômenos da sua realidade da vida.

Conclui-se, portanto, que a integração das abordagens propostas representa um caminho relevante para potencializar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais significativo e alinhado às demandas contemporâneas da educação científica. Está pesquisa pode ser encontrada, em seu contexto da dissertação e produto educacional através do link: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8744774 .

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E., **Instrução pelos colegas e ensino sob medida:** uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem em física. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 362-384. Acesso: ago. 2013.
- AZEVEDO, C. **Ensino de Termologia Utilizando Peer Instruction.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Nacional em Ensino de Física – MNPEF da Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém, 2019. Disponível em: https://sucupiralegado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8744774.
- BACHELARD, G. **Epistemologia.** Barcelona: Editora ANAgrama, 1971.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D.G. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica.** Senac A Revista da Educação Profissional, v. 39, n.2: p. 48-67, 2013.
- CROUCH, C. H. et al. **Peer Instruction:** engaging students one-on-one, all at once. Reviews in Physics Education Research, Illinois, v.1, n. 1, 2007. Disponível em: <http://www.compadre.org/per/perviews/volume1.cfm>. Acesso em 12, jan. 2018.
- GAVRIN, A. **Just-in-Time Teaching.** Metropolitan Universities. V. 17, n. 4: p. 9-18, jan. 2006.
- GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Leituras de Física: **Física Térmica**, 1998. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/br/gref/termo2.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual.** 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2002.
- LASRY, N.; MANZUR, E.; WATKINS, J. **Peer Instruction:** from Harvard to the two- year college. American Journal of Physics, College Park, v. 76, n. 11, p.1066-1069, Nov, 2008.
- MANZUR, E. **Peer Instruction:** A revolução da aprendizagem ativa. Porto Alegre: Penso, 2015.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** 2ª ed. São Paulo. E.P.U., 2015.
- MÜLLER, M. G. et al. **Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015).** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 3, e 3403, 2017.
- OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de Eletromagnetismo via Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida para o ensino médio.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*) e Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 180-206, 2015.

PLICKERS. **Aplicativo de votação**. Disponível em <www.plickers.com> Acesso em: 18/12/2018.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p.41-62.

YEO, S.; ZADNIK, M. **Introductory thermal concept evaluation**: assessing student's understanding. *Physics Teacher*, College Park, Md, v. 39, p.496-504, Nov. 2001.

ANEXO A

1. Qual é a mais provável temperatura do cubo de gelo estocado no compartimento freezer do refrigerador?

a () -10°C b () 0°C c () 5°C d () Depende do tamanho dos cubos de gelo.

2. Pedro retira seis cubos de gelo do freezer e coloca quatro deles num copo de água. Deixa dois numa bancada. Ele mexe e mexe até que os cubos fiquem bem menores e param de derreter. Qual é a mais provável temperatura da água nesse estágio?

a () -10°C b () 0°C c () 5°C d () 10°C

3. Os cubos de gelo que Pedro deixou sobre a bancada não derreteram completamente e estão sobre uma poça de água. Qual é a mais provável temperatura desses pequenos cubos de gelo?

a () -10°C b () 0°C c () 5°C d () 10°C

4. No fogão está uma chaleira cheia de água. A água começa a ferver rapidamente. A mais provável temperatura da água é de?

a () 88°C b () 98°C c () 110°C d () Nenhuma das alternativas está correta.

5. Cinco minutos depois, a água na chaleira continua fervendo. A mais provável temperatura da água neste momento é de?

- a () 88° C b () 98° C c () 110° C d () 120° C

6. Qual a temperatura do vapor acima da água fervendo na chaleira?

- a () 88° C b () 98° C c () 110° C d () 120° C

7. Leandro pega dois copos de água a 40° C e os mistura com um copo de água a 10° C. Qual a mais provável temperatura da mistura?

- a () 20° C b () 25° C c () 30° C d () 50° C

8. Samuel pega uma lata de refrigerante e uma garrafa plástica de refrigerante do refrigerador, onde elas passaram a noite inteira. Ele rapidamente coloca um termômetro na lata de refrigerante. A temperatura é 7° C. Qual é a mais provável temperatura da garrafa de plástico e do refrigerante inserido.

- a () Elas estão ambas menos de 7° C.
b () Elas estão ambas iguais a 7° C.
c () Elas estão ambas acima de 7° C.
d () O refrigerante está a 7° C, mas a garrafa está acima de 7° C.
e () Depende da quantidade de refrigerante e/ou do tamanho da garrafa.

9. Poucos minutos depois, Nelson pega a lata de refrigerante e em seguida diz a todos que a área da bancada abaixo da lata está mais fria que o restante da bancada. Qual explicação em sua opinião é a melhor?

- a () Jonas diz: “O esfriamento foi transferido da lata de refrigerante para a bancada.”
b () Robson diz: “Não há energia disponível na área da bancada abaixo da lata.”
c () Suely diz: “Algum aquecimento foi transferido da bancada para o refrigerante.”
d () Elias diz: “A lata causa um aquecimento embaixo ao afastar-se da bancada.”

10. Pâmela pergunta a um grupo de amigos: “Se eu colocar 100 gramas de gelo a 0° C e 100 gramas de água a 0° C dentro do freezer, qual eventualmente perderia mais calor?”

- a () Catia diz: “As 100 gramas de gelo.”
b () Bruno diz: “As 100 gramas de água.”
c () Nelson diz: “Nenhum, pois ambos possuem a mesmo grau de calor.”
d () Mateus diz: “Não há resposta, pois o gelo não contém calor.”
e () Jonas diz: “Não há resposta, pois não temos água a 0° C.”

11. Maria está fervendo água numa panela no fogão. O que você acha que há nas bolhas que formas na água em ebulição? Em sua maior parte.

a () Ar b () Oxigênio e hidrogênio c () Vapor d'água. d () Não há nada nas bolhas.

12. Depois de cozinhar alguns ovos, Maria esfria os ovos colocando-os numa tigela com água fria. Qual das seguintes frases explica o processo de resfriamento?

a () Temperatura é transferida dos ovos para a água.
b () O resfriamento é transferido da água para os ovos.
c () Objetos quentes naturalmente são resfriados.
d () Energia é transferida dos ovos para a água.

13. Jonas diz que não gosta de sentar nas cadeiras de metal da sala, por quê: “elas são mais frias que as cadeiras de plástico.” Quem você acredita estar certo?

a () João concorda e diz: “Elas são mais frias, pois o metal é naturalmente mais frio que o plástico.”
b () Nelson diz: “Elas não são mais frias, elas estão na mesma temperatura.”
c () Luana diz: “Elas não são mais frias, os metais só parecem mais frios porque são mais pesados.”
d () Maria diz: “Elas são mais frias porque o metal tem menos calor a perder que o plástico.”

14. Um grupo está ouvindo a previsão do tempo no rádio. Eles ouvem: “hoje à noite teremos frio 5° C, mais frio que os 10° C de ontem à noite.” Qual sentença você está mais de acordo?

a () Jonas diz: “Que estará duas vezes mais frio esta noite que a noite passada.”
b () João diz: “Que não está certo. 5° C não são duas vezes mais que 10° C.”
c () Maria diz: “Está parcialmente certo, mas ela deveria ter dito que 10° C são duas vezes mais quentes que 5° C.”
d () Samuel diz: “Está parcialmente certo, mas ela deveria ter dito que 5° C é metade do frio de 10° C.”

15. Mateus retira uma régua de metal e uma régua de madeira de seu estojo. Ele diz que a de metal está mais fria que a de madeira. Qual a sua explicação preferida?

a () Metal conduz energia da mão dele mais rapidamente que a madeira.
b () Madeira é naturalmente uma substância mais quente que o metal.
c () A régua de madeira contém mais calor que a régua de metal.

- d () Metais são melhores radiadores de calor que a madeira.
e () Resfriamento flui mais prontamente do metal.

16. Pâmela pega duas garrafas de vidro contendo água a 20°C e as embrulha em toalhas. Uma das toalhas estava molhada e a outra estava seca. 20 minutos depois, ela mediu a temperatura de cada garrafa. A água da garrafa com a toalha molhada estava com 18°C , a água da garrafa com a toalha seca estava com 22°C . Qual a mais provável temperatura do local durante este experimento:

- a () 26°C b () 21°C c () 20°C d () 18°C

17. Daniel simultaneamente pega duas caixas de achocolatado (leite com chocolate), uma fria do refrigerador e outra quente que já estava a algum tempo sobre a bancada. Por que você acha que a do refrigerador estava mais fria que a da bancada? Comparada com a caixa quente, a caixa fria...

- a () contém mais resfriamento.
b () contém menos calor.
c () é um pobre condutor de calor.
d () conduz calor mais rapidamente da mão de Daniel.
e () conduz resfriamento mais rápido para a mão de Daniel.

18. Pâmela acredita que seu pai coloca o bolo para assar na plataforma superior do forno elétrico porque a parte superior é mais quente que a plataforma inferior. Qual pessoa você acha que está certa?

- a () Maria diz que é mais quente na parte superior, pois o calor sobe.
b () Samuel diz que é mais quente porque a forma de metal concentra o calor.
c () Bruno diz que é mais quente na parte superior, pois quanto mais quente o ar menos denso ele é.
d () Nelson discorda com todos eles e diz que não é possível ser mais quente na parte superior.

19. Suely está lendo uma questão de múltipla-escolha de um livro de texto: “A transpiração te refresca porque o suor é derramado em sua pele: Qual resposta você diria que ela selecionasse?

- a () Umedece a superfície, e superfície úmida libera maior calor que superfície seca.”
b () Drena o calor dos poros e espalha por toda a superfície da pele.”
c () É a mesma temperatura da sua pele mas evapora e então libera calor.”
d () É levemente mais fresco que sua pele por causa da evaporação e então o calor é transferido da sua pele para o suor.”

20. Quando Robson usa a bomba para encher os pneus de sua bicicleta, ele nota que a bomba fica um pouco aquecida. Qual explicação abaixo parece ser a melhor?

- a () Energia é transferida para a bomba.
- b () Temperatura é transferida a bomba.
- c () O calor é liberado de suas mãos para a bomba.
- d () O metal existente na bomba faz com que a temperatura aumente.

21. Por que vestimos casacos em tempos frios?

- a () Para manter o frio do lado de fora.
- b () Para gerar calor.
- c () Para reduzir a perda de calor.
- d () Todas as razões anteriores estão corretas.

22. Elias retira alguns picolés do freezer, onde ele tinha os colocados no dia anterior, e diz a todos que o palito de madeira está a uma temperatura superior a parte de gelo. Com qual pessoa você mais concorda?

- a () Nelson diz: “Você está certo, pois o palito de madeira não fica tão frio quanto o gelo.”
- b () Maria diz: “Você está certo porque o gelo contém mais frio que a madeira.”
- c () Samuel diz: “Você está errado, eles apenas parecem diferentes porque o palito contém mais calor.”
- d () Suely diz: “Eu acho que eles estão a uma mesma temperatura porque estão juntos.”

23. Daniel está descrevendo um segmento da TV que ela viu na noite anterior: “Eu vi físicos fazerem ímãs supercondutores, que estavam a uma temperatura de -260°C .” Quem você acredita estar certo?

- a () Mateus duvida disso: “Você deve ter cometido um erro. Não se pode ter uma temperatura tão baixa quanto essa.”
- b () Luana discorda: “Sim você pode. Não há limite para as temperaturas mais baixas.”
- c () Nelson acredita que ele esteja certo: “Eu acho que o ímã estava próximo da menor temperatura possível.”
- d () Daniel não tem certeza: “Eu acho que supercondutores são bons condutores calóricos então não se pode resfriá-los a temperaturas baixíssimas.”

24. Quatro alunos estavam discutindo coisas que fizeram quando crianças. A seguinte conversa foi ouvida: Maria: “Eu costumava cobrir minhas bonecas com

cobertores e não entendia o porquê elas não esquentavam.”

a () Nelson respondeu: “É porque os cobertores que você usava eram provavelmente isoladores ruins.”

b () Luana respondeu: “É porque os cobertores que você usava eram provavelmente condutores ruins.”

c () Mateus respondeu: “É porque as bonecas eram feitas de materiais que não armazenavam bem o calor.”

d () Bruno respondeu: “É porque as bonecas eram feitas de materiais que levavam muito tempo para aquecer.”

e () Jonas respondeu: “Todos vocês estão errados”

Com quem você concorda?

Fonte: YEO, S.; ZADNIK, M. Introductory thermal conceptual evaluation: assessing student's understanding. Physics Teacher, College Park, Md, v. 39, p.496-504, Nov. 2001

ANEXO B

TL01- TAREFA DE LEITURA

O que é o calor? Calor e temperatura são a mesma coisa?



Fonte: GREF, 1998, p. 5

A Ciência propõe um modelo que descreve todas as substâncias formadas por pequenas porções iguais chamadas de moléculas. As moléculas diferem umas das outras, pois podem ser constituídas por um ou mais átomos iguais ou diferentes entre si. Por exemplo, a molécula da água, H_2O , é constituída de um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio.

Neste modelo as moléculas não ficam paradas, elas estão em movimento, como já foi estudado na mecânica, se um corpo possui movimento ele possui energia cinética.

Além da energia cinética translacional da agitação das moléculas, existe a energia em outras formas. Existe a energia cinética rotacional das moléculas e a

energia potencial devido às forças entre as moléculas.

A soma de todos os tipos de energias das moléculas que constitui um corpo é chamada de *energia interna*.

A *temperatura* de um corpo está associada especificamente ao movimento de translação das moléculas, ou seja, a sua energia cinética, o movimento das moléculas é mais ou menos intenso dependendo da temperatura do corpo. Então a temperatura de um corpo traduz o grau de agitação das moléculas de um corpo.

Assim se tomamos dois corpos com temperaturas diferentes, o corpo de maior temperatura possui moléculas com mais energia cinética do que o corpo com temperatura menor. Sabemos que dois corpos a temperaturas iniciais diferentes, ao serem colocados em contato direto, após certo tempo atingem a mesma temperatura.

Um exemplo simples deste fenômeno é quando a mãe acaba de fazer um mingau para o seu bebê e coloca o em um recipiente com água fria para esfriar o mingau. Se um corpo possui maior temperatura, significa que suas moléculas possuem mais energia, assim quando sua temperatura diminui as suas moléculas perdem energia, por outro lado, se sua temperatura aumenta suas moléculas ganham energia, então o que temos entre os corpos é uma transferência de energia. O *calor* é essa energia “em trânsito”, ou seja, é a energia que é transferida de um corpo para outro devido à diferença de temperatura existente entre eles, o calor passa espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, até eles atingirem o *equilíbrio térmico*.

Na situação descrita acima haverá entre ambos uma transferência de calor. O mingau cede calor e a água fria recebe calor. Assim a temperatura do mingau irá diminuir e a da água irá aumentar, até eles atingirem a mesma temperatura, ou seja, o equilíbrio térmico.

Por isso na física é errôneo dizer que um corpo “tem calor”, pois ele é definido como a energia transferida devido à diferença de temperatura, uma vez transferida a energia deixa de ser calor e se transforma em outra forma de energia, como energia cinética translacional das moléculas.

Fonte: HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2002.

TL1 - Após a leitura do texto (1), você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo da questão, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confusa.

TL2- Você coloca uma pedra de gelo em um copo com água na temperatura ambiente (30°C), como você explica a diminuição de temperatura da água?

TL3- Segundo o que você aprendeu sobre o conceito de calor, analise e comente as frases abaixo e classifique-as em correta ou incorreta.

i. O calor é a energia contida nos corpos quentes.

- ii. Uma sopa quente esfria com o tempo, pois fornece calor para o ambiente.
- iii. O frio é uma forma de energia que atua no sentido contrário do calor.
- iv. Apenas a diferença de temperatura provoca a transferência de calor entre os corpos.
- v. Devemos manter a porta da geladeira fechada para não deixar o frio sair.

ANEXO C

TL02- TAREFA DE LEITURA

Do que depende o aquecimento e resfriamento das substâncias?

Você já deve ter percebido que certas substâncias esquentam ou esfriam mais rápido do que outras. Vamos supor que um prato de carne com batatas acabou de sair do forno, ambos à mesma temperatura, você percebe que a carne esfria mais rápido que as batatas, assim como também o óleo esquentam mais rápido que a água.

Para explicar este fato recorreremos novamente à estrutura da matéria. Substâncias diferentes necessitam de diferentes quantidades de calor para que uma determinada massa sofra uma variação de temperatura. As substâncias diferentes são formadas por moléculas que têm massas diferentes. Um grama de uma substância constituída de moléculas de massa pequena conterá mais moléculas do que um grama de outra substância constituída de moléculas de massas maiores. Desta forma, para aumentar em 1 °C a temperatura de um grama de uma substância que contenha mais moléculas é necessário fornecer uma maior quantidade de calor.

A quantidade de calor necessária para aumentar (ou diminuir) em 1 °C a temperatura de um grama da substância é denominado de **calor específico**.

Substância	Calor específico (cal/g°C)
Acetona	0,52
Areia	0,2
Água	1,0
Cobre	0,09
Etanol	0,59
Ferro	0,11
Ouro	0,03
Prata	0,05
Alumínio	0,22

Assim se fornecemos a mesma quantidade de calor para mesma massa, mas substâncias diferentes, por exemplo, água e areia, a substância que possui maior calor específico sofrerá menor variação de temperatura, ou seja, aquela que possui menor calor específico esquenta mais rápido do que aquela que possui maior calor específico.

CALCULANDO A ENERGIA TÉRMICA

Se temos no fogão duas panelas, uma contendo 1l (um litro) e outra 2l (dois litros), gastamos mais tempo para ferver uma massa de maior, significa que precisamos fornecer maior quantidade de calor para ferver. Se pensarmos em como as substâncias são formadas, quando se aumenta a massa, aumenta-se a quantidade de moléculas, então precisamos fornecer mais calor para fazer as moléculas vibrarem, aumentar sua energia cinética, o que traduz num aumento de temperatura. Portanto para quantificar a quantidade de energia térmica consumida ao se aquecer ou resfriar um corpo, além do seu calor específico temos que levar em conta sua massa. Matematicamente, podemos expressar o calor recebido (ou cedido) por um corpo ao sofrer uma determinada variação de temperatura como:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

onde

$$\left\{ \begin{array}{l} m: \text{massa do corpo} \\ c: \text{calor específico} \\ \Delta t: \text{variação de temperatura} \end{array} \right.$$

A capacidade térmica de um corpo (C) é definida como a razão entre a quantidade de calor que ele troca e a sua variação de temperatura.

$$c = \frac{Q}{\Delta t}$$

Quando misturamos corpos a diferentes temperaturas eles trocam entre si até que suas temperaturas se igualem, isto é que eles atingirem o equilíbrio térmico. Se considerarmos o sistema isolado. A quantidade de calor cedida por dois ou mais corpos é igual a recebida entre eles, então matematicamente, podemos expressar:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

TL2.1- Se dizemos que a capacidade térmica de corpo é igual a 50 cal/°C. O que isso significa?

TL2.2 – Considere duas placas de mesma massa, uma de cobre outra de alumínio. Considerando os calores específicos dessas substâncias.

Qual delas você escolheria para aquecer determinada quantidade de alimento mais rapidamente? Justifique.

E para manter o alimento aquecido mais tempo, depois de retirado do fogo?

Fonte: Arquivo das autoras

ANEXO D

TL03- TAREFA DE LEITURA

Transferência de Calor

Quando você segura uma das extremidades de uma barra de alumínio e coloca a outra sobre a chama de uma vela, a extremidade que você está segurando fica cada vez mais quente, embora não esteja direto na chama. O calor se transmite ao longo da barra até chegar à sua mão. Esse modo de transmissão de calor é chamado de *condução*.

Cada substância é formada por tipos de molécula diferente, isso provoca comportamento térmico diferente. No caso do alumínio que está no estado sólido, os átomos estão próximos uns dos outros e interagem entre si. Esses átomos não mudam de posição facilmente e por isso os sólidos mantêm a forma e o volume. Os átomos do alumínio como as moléculas dos outros sólidos nesse modelo estão organizados formando uma estrutura regular chamada de rede cristalina.

Os átomos que estão em contato com a chama da vela adquirem energia e passam a vibrar com mais intensidade, interagem com os átomos vizinhos que, sucessivamente interagem com outros, propagando o calor por toda extensão da barra. É dessa forma que o nosso modelo explica a propagação do calor por condução. Os átomos em si, não se deslocam de uma região a outra do material, mas a energia (cinética) se desloca.

Em materiais onde as moléculas interagem menos umas com as outras a condução do calor é menos eficiente. Os maus condutores são chamados de isolantes, é o caso do amianto, da fibra de vidro, da madeira.

Os cabos de panelas são de madeira ou de material plástico porque quando a panela está quente, eles sempre se encontram a uma temperatura bem menor, o que nos permite retirar a panela do fogo segurando-a pelo cabo.



(Figura 1 - Fonte: GREF, 1998, p. 33)

Ao tocarmos um piso de madeira, temos a sensação de que este é mais quente que o piso de ladrilho. O pé e o ladrilho trocam calor muito mais rapidamente do que o pé e a madeira. A madeira é um mau condutor de calor.

Em determinadas situações é importante na escolha de materiais levarmos em conta o seu comportamento em relação a condução térmica. Para compararmos esses materiais segundo essa característica, definimos uma propriedade: o coeficiente de condutividade que indica quantas calorias de energia térmica são transferidas por segundo, através de 1 cm do material, quando a diferença de temperatura entre as extremidades é de 1°C. Materiais *bons condutores de calor* tem maior coeficiente de condutibilidade térmica, e os *isolantes térmicos*, tem menor valor de coeficiente de condutibilidade térmica.

Roupa “quente” ou “fria”? Mas, é a roupa que é quente? Uma roupa pode ser fria? O cobertor esquenta o nosso corpo?

O frio que sentimos no inverno é devido às perdas de calor do nosso corpo para o meio ambiente que está a uma temperatura inferior. A roupa de lã não produz calor, mas isola termicamente o nosso corpo, pois mantém entre suas fibras uma camada de ar. A lã que tem baixo coeficiente de condutividade térmica diminui o processo de troca de calor entre nós e o ambiente. Esse processo deve ser facilitado no verão com o uso de roupas leves em ambiente refrigerados.

Assim como os sólidos, os líquidos e os gases também são formados por moléculas; porém, essas moléculas não formam redes cristalinas. Isto faz com que a propagação do calor nos líquidos e nos gases quase não ocorra por condução. Num líquido, as moléculas se movimentam mais livremente. Nesse caso, o calor se propaga, predominantemente, através do movimento de moléculas que sobem quando aquecidas e descem quando resfriadas, no processo de *convecção*.

Nos gases, as moléculas se movimentam ainda mais livremente que nos líquidos, ocupando todo o espaço disponível; não tem forma nem volume definidos. A convecção também é o processo pelo qual o calor se propaga, predominantemente, nos gases.

Figura 2 - Correntes de convecção criadas na água ao ser aquecida.



Fonte: https://br.freepik.com/vetores-gratis/diagrama-mostrando-metodos-de-transferencia-de-calor_16507802.htm (imagem modificada)

Quando a água é aquecida, as moléculas que estão em baixo passam se movimentar mais rapidamente, afastando-se, em média uma das outras tornando as menos densas, a porção mais quente é menos densa então sobe e a parte mais fria e mais densa move-se para baixo para ocupar o lugar do fluido mais quente do fundo. Dessa maneira, as correntes de convecções mantêm o fluido em circulação enquanto ele esquenta.

A Terra é aquecida pelo Sol com energia vinda do Sol atravessa o espaço, e depois passa pela atmosfera para então aquecer a Terra. Já vimos dois meios de propagação de calor **condução** e **convecção** e ambos precisam de um meio material para se propagar. No espaço vazio, entre nossa atmosfera e o Sol, a transmissão da energia se dá de outra forma que não necessita de um meio material. Esse processo de propagação de calor que não necessita de um meio material é denominado de **radiação**.

A radiação é a transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas, a radiação infravermelha.

Todos os objetos que tocamos ou tudo que nos rodeia emite continuamente energia radiante em determinada faixa de frequência. Corpos com temperaturas cotidianas emitem principalmente ondas infravermelhas de baixa frequência. Quando as ondas infravermelhas de frequência mais alta são absorvidas pela pele, como a proveniente do Sol, você sente a sensação de calor.

Fonte: texto adaptado HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2002.

TL3.1 - Após a leitura do texto, você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confuso.

TL3.2- (UFTM) A respeito dos processos de transmissão de calor, considere:

I. na convecção, o calor é transferido de um lugar para outro tendo como agentes os próprios fluidos;

II. na condução, ocorre a transferência de energia cinética entre as partículas;

III. na irradiação, o calor é transmitido sob a forma de ondas eletromagnéticas.

É correto o contido em:

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

TL3.3- (UNISINOS-RS) Profissionais da área de saúde recomendam o uso de roupas claras para a prática de exercícios físicos, como caminhar ou correr, principalmente no verão. A preferência por roupas claras se deve ao fato de que elas:

- a) absorvem menos radiação térmica do que as roupas escuras.
- b) refletem menos a radiação térmica do que as roupas escuras.
- c) absorvem mais a radiação térmica do que as roupas escuras.
- d) impedem a formação de correntes de convecção com maior facilidade do que as roupas escuras.
- e) favorecem a condução do calor por apresentarem maior condutibilidade térmica do que as roupas escuras.

TL3.4 (CFT-MG) As modernas panelas de aço inox possuem cabos desse mesmo material, que é um ____ condutor de calor. Eles não queimam as mãos das pessoas, porque possuem um formato vazado, facilitando a troca de calor por ____ do ar através deles.

A opção que completa, correta e respectivamente, as lacunas é

- a) mau / irradiação.
- b) bom / irradiação.
- c) bom / convecção.
- d) mau / convecção.

ANEXO E: Problemas Numéricos

Em dupla resolva os problemas abaixo para fixação dos conteúdos abordados nessa unidade.

BLOCO 1

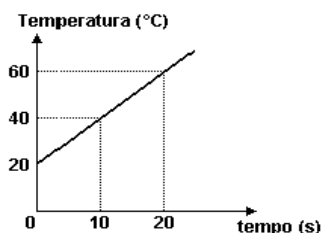
1. Uma peça de ferro de 50 g tem temperatura de 10 °C. Qual é o calor necessário para aquecê-la até 80 °C. Dado: calor específico: 0,11 cal/g°C
2. Uma pessoa bebe 500 g de água a 10°C. Admitindo que a temperatura da pessoa é de 36°C, qual a quantidade de calor que essa pessoa transfere para água? Dado: Calor específico da água: 1 cal/g°C.
3. Mil gramas de glicerina, de calor específico 0,6 cal/g°C, inicialmente a 0°C, recebe 1200 calorias de uma fonte. Determine a temperatura final da glicerina.
4. Uma fonte calorífica fornece calor continuamente, à razão de 150 cal/s, a uma determinada massa de água. Se a temperatura da água aumenta de 20°C para 60°C em 4 minutos, sendo o calor específico sensível da água 1,0 cal/g°C, pode-se concluir que a massa de água aquecida, em gramas, é:

BLOCO 2

1. Para aquecer 500 g de certa substância de 20 °C para 70 °C, foram necessárias 4 000 calorias. Qual a capacidade térmica e o calor específico?
2. Uma bacia contém 15 litros de água à temperatura de 25° C. Desprezando-se a capacidade térmica da bacia e as perdas para o ambiente, pode-se obter uma mistura na temperatura final de 30° C. despejando-se na bacia certa quantidade de água a 60° C. Essa quantidade de água deverá ser de:
3. Uma senhora deseja banhar seu filho em água morna à temperatura de 37° C e, para isso, conta com um recipiente de capacidade de 20 litros, água “fria” a 20° C e “quente” a 60° C. Admitindo que a massa específica da água é 1 g/cm³, que o calor específico é 1 cal/g °C e que ambos são constantes e independem da temperatura, calcular as quantidades de água fria e quente que devem ser misturadas.

BLOCO 3

1. Num experimento, aquece-se um corpo com o objetivo de determinar sua capacidade térmica. Para tanto, utiliza uma fonte térmica, de potência constante, que fornece 30 calorias por segundo e constrói o gráfico anterior. Calcule a capacidade térmica do corpo.



2. Em um recipiente de capacidade térmica desprezível, foram aquecidos 20 litros de água, usando-se um aquecedor elétrico de potência 4 000 W. Estando o sistema inicialmente a 20 °C, qual foi o tempo de aquecimento, sabendo que a temperatura final foi 50 °C?

Dados: calor específico da água = $4,0 \cdot 10^3$ J/kg °C; densidade da água = 1,0 kg/l.

3. Uma dona-de-casa em Santos, para seguir a receita de um bolo, precisa de uma xícara de água a 50°C. Infelizmente, embora a cozinha seja bem-aparelhada, ela não tem termômetro. Como pode a dona-de-casa resolver o problema? (Você pode propor qualquer procedimento correto, desde que não envolva termômetro.

POSSIBILIDADES DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE CAPACIDADE TÉRMICA E CALOR ESPECÍFICO POR MEIO DE UM FOGÃO À VELA DE PARAFINA

Joner Ney Vieira da Silva¹

Manoel Januário da Silva Neto²

1. APRESENTAÇÃO

Este produto educacional foi aplicado em turmas do 2º ano do Ensino Médio, com média de 36 estudantes por classe. Os melhores resultados ocorreram no contraturno, com 18 alunos organizados em seis grupos de três integrantes, que desenvolveram as atividades antes do intervalo, enquanto os demais as realizaram após o intervalo.

Os conceitos científicos abordados contemplam conteúdos de Física, como: capacidade térmica, calor específico, equação fundamental da calorimetria, condução, convecção e irradiação, e de Matemática, por meio da construção e interpretação de tabelas e gráficos. As habilidades desenvolvidas estão relacionadas ao trabalho colaborativo, à análise de dados experimentais, à modelagem matemática, à argumentação científica e ao ensino por investigação.

A aplicação ocorreu em duas modalidades: em escolas com laboratório de ciências e em escolas sem essa estrutura. No laboratório, os experimentos foram realizados com maior liberdade de tempo, enquanto, em sala de aula, os aparatos foram dispostos sobre as mesas dos estudantes, demandando maior agilidade na organização e retirada dos materiais e sem proporcionar a liberdade oferecida no laboratório.

Na primeira aplicação, a proposta foi estruturada em três encontros com três aulas de 45 minutos cada. No primeiro encontro, os estudantes responderam a um questionário diagnóstico sobre seus conhecimentos prévios e concepções espontâneas, realizaram atividades experimentais, seguidas da tabulação e representação gráfica dos dados, confrontando-os com as respostas descritas no diagnóstico. Na segunda aula, retomou-se o debate, com leitura de trechos

1 Especialista em Alfabetização e Letramento, Robótica Educacional e em Ensino de Física. Mestre em Ensino de Física (UFPA). Professor de Física pela SEDUC - PA e da SEMEC do Município de Mãe do Rio - PA.

2 UFPA/ ICEN/Faculdade de Física - mjneto@ufpa.br

do livro didático e resolução de exercícios. Os alunos também produziram um texto síntese sobre a aprendizagem decorrente da experiência. Em uma segunda aplicação do produto, incluiu-se um terceiro encontro, caracterizado por uma investigação mais aberta, na qual os grupos puderam propor melhorias no aparato experimental e discutir alternativas metodológicas.

A infraestrutura necessária envolveu o uso de laboratório ou, na ausência deste, de uma sala de aula organizada para experimentação, além de materiais didáticos como questionários, caderno de atividades e os aparatos experimentais construídos. De maneira complementar, utilizou-se o livro didático, por meio do qual os estudantes tiveram contato com o conhecimento sobre o tema sistematizado.

Este artigo está estruturado em cinco seções: Apresentação do Produto, Fundamentação Teórica, Detalhamento do Aparato Experimental, Considerações Finais e o apêndice. No apêndice apresenta-se um Caderno de Atividades, com orientações para aplicação do material didático.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA PROPOSTA METODOLÓGICA

Esta proposta fundamenta-se na Teoria Sociointeracionista de Vygotsky (1998), articulada à concepção do laboratório de ciências como espaço privilegiado para o ensino e a aprendizagem (Borges, 2002), no qual se estabelecem interações socioculturais entre estudantes e professor, mediadas por atividades experimentais (Gaspar, 2014). Nesse contexto, o laboratório deixa de ser apenas um local de execução de práticas, para se configurar como ambiente de construção coletiva do conhecimento.

A mediação ocorreu por meio de dois tipos de instrumentos. Os **instrumentos físicos** que incluíram, nesta proposta, o fogão artesanal, a balança e o termômetro. Já os **instrumentos psicológicos** ou signos corresponderam aos valores registrados, tabelas, gráficos, equações e textos produzidos, que permitem representar e interpretar os fenômenos estudados (Vygotsky, 1998). Outro elemento mediador fundamental e valorizado foi a linguagem oral, que, segundo Vygotsky (2009), constitui-se como ferramenta essencial para o desenvolvimento cognitivo. Nesse sentido, o diálogo entre os próprios estudantes, bem como entre os estudantes e o professor, foi fundamental para a construção de significados, sendo o professor, enquanto sujeito mais experiente do grupo, responsável por orientar o processo (Antunes, 2002).

O papel do professor, nesse contexto, foi o de estimular a investigação por meio de perguntas desafiadoras, mas possíveis de serem respondidas, como afirma Carvalho et al (2009), o que criou um ambiente propício à aprendizagem. Esse processo possibilitou diagnosticar a zona de desenvolvimento real dos estudantes e conduzi-los à sua zona de desenvolvimento potencial (Vygotsky, 1998). À medida que participavam das atividades, os estudantes internalizavam conceitos,

desenvolviam a linguagem científica e aprimoravam a organização do pensamento e da escrita, convergindo com os ensinamentos de Carvalho (2013; 2014; 2015; 2018).

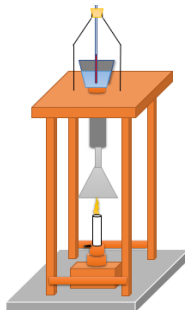
No ensino de Física, especificamente, Carvalho (2018) destaca que, na abordagem de Ensino por Investigação, cabe ao professor criar condições para que os alunos pensem considerando a estrutura do conhecimento, falem evidenciando seus argumentos, leiam criticamente e escrevam com autoria e clareza. Para Baptista (2010), as atividades investigativas podem apresentar diferentes graus de abertura e orientação: algumas com respostas únicas, outras com múltiplas soluções; algumas diretas e estruturadas, outras não estruturadas; podendo ainda variar entre situações abstratas e problemas do cotidiano.

Carvalho (2018) classifica esses graus de abertura desde propostas mais dirigidas, com maior ação do professor e menor protagonismo do aluno, até formatos mais abertos, nos quais o direcionamento é predominantemente conduzido pelos estudantes. Entre as diversas abordagens possíveis, destacam-se a experimentação (Gibin e Filho, 2016) e a modelagem matemática (Silva Neto, 2018), que envolvem a coleta, tabulação e análise de dados, a construção de gráficos, a aplicação de equações e o raciocínio proporcional (Carvalho, 2010; 2013). Contudo, como observa Gaspar (2014), a limitação de tempo frequentemente restringe a implementação dessas estratégias, o que reforça a importância de o professor planejar e inserir, de forma intencional, tais práticas em seu trabalho.

2.1. Detalhamento do produto (e de suas etapas de aplicação)

O fogão artesanal (Figura 01) alimentado à vela de parafina constitui um instrumento mediador para o ensino de física térmica no 2º ano do ensino médio. Desenvolvido a partir de materiais alternativos, o equipamento possibilita a realização de experimentos quantitativos e qualitativos relacionados à transferência de calor, capacidade térmica e calor específico, viabilizando abordagens investigativas em sala de aula.

Figura 01 - Fogão artesanal

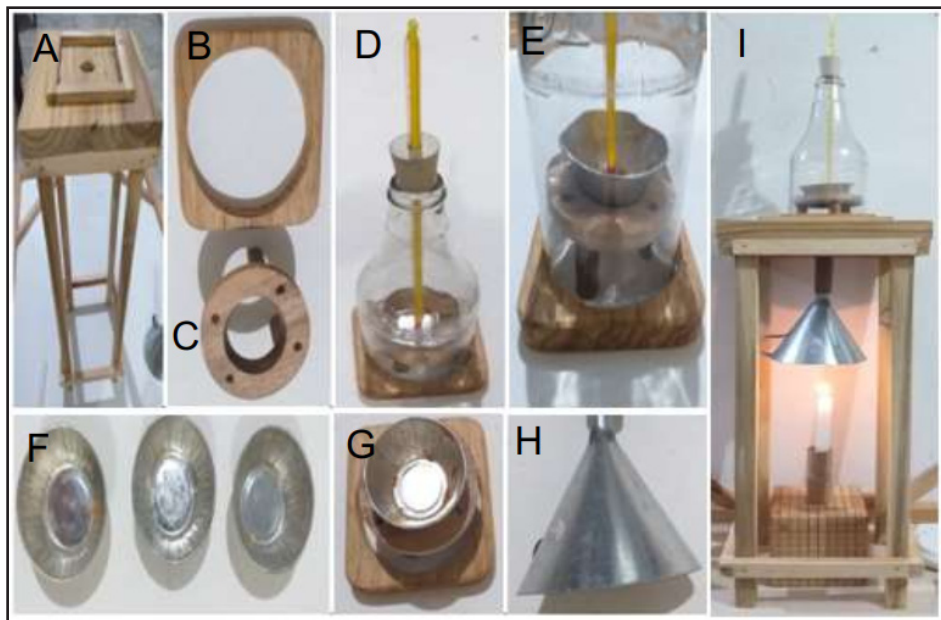


Fonte: autoria própria (2025)

A estrutura principal é formada por uma **banca de madeira** (Fotografia 01 – A e I) com 50 cm de altura e 20 cm de lado, confeccionada a partir de resíduos coletados em movelarias. A parte superior possui uma área central (Fotografia 01 - A), quadrada, de 10,1 cm de lado, que serve de encaixe para o suporte primário (Fotografia 01 - B).

O suporte primário (Fotografia 01 – B), feito em madeira (10 cm de lado e orifício central de 9,0 cm de diâmetro), sustenta o conjunto que abriga o termômetro e o recipiente de aquecimento (Fotografia 01 – D, E e I). Um suporte secundário (Fotografia 01 – C), em formato de mesa circular com três pernas (3,5 cm de altura, 7,5 cm de diâmetro e orifício central de 4,5 cm), acomoda os recipientes metálicos (Fotografia 01 – D, E, F, G e I)

Fotografia 01 – Componentes do fogão – Recipientes de aquecimento



Fonte: arquivo pessoal (2025)

Os recipientes utilizados são formas metálicas de empada (Fotografia 01 – F) com diâmetro inferior de 3,0 cm (menores) e 3,5 cm (maiores), compatíveis com o suporte (Fotografia 01 – C e G). Nestes recipientes são colocados os materiais a serem estudados, como água, álcool ou areia e que recebem o calor emitido pela vela (Fotografia 01 – I)

Para fixação e proteção do termômetro de álcool (escala de -10 °C a 110 °C), utiliza-se a parte superior de uma garrafa de vidro transparente cortada ao meio (Fotografia 01 – D, E e I). Essa peça é acoplada a uma rolha de borracha

para balão de 125 ml, perfurada para encaixar a haste do termômetro, garantindo que sua extremidade toque diretamente o material a ser aquecido (Fotografia 01 – D e E).

Essa configuração reduz significativamente danos ao termômetro, frequentes quando manipulado diretamente pelos estudantes e atua como isolante térmico, minimizando interferências do ambiente. Além disso, permite a observação de fenômenos complementares, como a condensação de vapor nas paredes internas do vidro.

O aquecimento é realizado por velas de parafina, posicionadas sob o recipiente. A chama é direcionada por um tubo metálico galvanizado (3,0 cm × 1,5 cm × 18 cm). Um funil metálico funciona como adaptador, canalizando o fluxo de calor e aumentando a eficiência do aquecimento (Fotografia 01 – I).

Entre os materiais complementares, incluem-se: Balança de precisão para mensuração da massa; Seringa de 20 ml para dosagem e transferência de líquidos; Isqueiro para acendimento das velas, Termômetro, Material impresso de apoio para registro e análise de dados experimentais.

Fotografia 02 – Materiais complementares



Fonte: arquivo pessoal (2025)

2.2 Aspectos Pedagógicos

As atividades mediadas pelo fogão artesanal promoveram uma experiência prática e investigativa, estimulando o raciocínio científico e a relação entre teoria e prática. A montagem de seis kits idênticos garantiu que todos os grupos de alunos participassem ativamente dos experimentos, o que favoreceu uma aprendizagem colaborativa, o engajamento e o desenvolvimento de habilidades experimentais.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As aplicações realizadas ao longo deste trabalho evidenciaram um processo contínuo de aperfeiçoamento metodológico. A cada nova experiência, surgiram desafios e aprendizados que resultaram em mudanças significativas tanto no produto pedagógico quanto na prática docente.

Na primeira aplicação, ainda marcada por um caráter tradicional e verificacionista, destacaram-se fragilidades como a falta de materiais norteadores e a formação de grupos numerosos, o que dificultou o acompanhamento individualizado e comprometeu os alguns resultados experimentais. Apesar das limitações, essa fase foi fundamental para testar a funcionalidade dos aparatos e identificar ajustes necessários.

As aplicações seguintes mostraram avanços consistentes. A redução do número de alunos por grupo permitiu maior engajamento e participação ativa de todos, enquanto o uso de perguntas investigativas promoveu o desenvolvimento do raciocínio científico. Nessas etapas, os alunos demonstraram melhor compreensão dos fenômenos físicos, refletida na construção e interpretação de gráficos, na produção de resumos com linguagem científica e na socialização dos resultados em um ambiente colaborativo.

A terceira aplicação, mais aberta e próxima de uma investigação de nível 3, ampliou o espaço para que os estudantes propusessem melhorias e novos aparatos experimentais. Embora nem todas as sugestões tenham sido implementadas, a experiência mostrou um amadurecimento tanto dos alunos quanto da proposta pedagógica, sinalizando a viabilidade de práticas que estimulam a autonomia, a criticidade e o letramento científico.

De modo geral, o percurso demonstrou que o êxito das metodologias está relacionado ao planejamento cuidadoso, ao equilíbrio no tamanho dos grupos, à mediação docente atenta e ao espaço concedido para a voz e a iniciativa dos estudantes. Já os equívocos das primeiras etapas foram importantes para orientar ajustes e consolidar práticas mais eficazes, transformando fragilidades iniciais em oportunidades de crescimento.

Concluimos que a proposta aqui desenvolvida, aliando experimentação investigativa, modelagem matemática e até mesmo projetos de engenharia (o que não estava previsto e não foi fundamentado), constitui um caminho promissor para o ensino de Física. Tal proposta além de oferecer a aprendizagem conceitual, acrescenta à mesma a formação de sujeitos críticos, criativos e capazes de compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Este produto continua em evolução e já foi aplicado diversas outras vezes após os resultados apresentados na dissertação. Pode-se afirmar, que hoje, ele se apresenta como uma proposta amadurecida, sustentada por experiências concretas e referenciais que indicam caminhos para futuras melhores aplicações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, C. **Vygotsky, quem diria?! Em minha sala de aula**: fascículo 12. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de atividades de investigação**: um estudo com professores de física e química do ensino básico (Tese de doutoramento), <http://hdl.handle.net/10451/1854>, 2010.

BORGES, A.T. **Novos rumos para o laboratório escolar**. Cad. Brás. Ens. Fis., v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

CARVALHO, A.M.P *et al.* **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 2009.

CARVALHO, A.M.P. **As práticas experimentais no ensino de Física**. In: Carvalho, A.M.P...[et al.]. Coleção Ideias e Ação: Ensino de Física. – São Paulo: Cengage Learning, 2010

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, A. M. P. De (org.). Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. P. 1-20.

CARVALHO, A.M.P, (org). **Calor e temperatura: um ensino por investigação**. – São Paulo: Editora livraria da Física, 2014.

CARVALHO, A.M.P, (org). **“Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.”** (“ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: REFLEXÕES A”) – São Paulo: Cengage Learning, 2018.

CARVALHO, A. M. P. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, p. 765-794, set-dez. 2018.

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

GIBIN, G.B.; FILHO, M.P.S. **Atividades investigativas em física e química**: uma abordagem para o ensino médio. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

SILVA NETO, M.J. **Ensino de física experimental com uso da modelagem matemática**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

VIGOTSKI, L.S. **A formação social da mente**. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A Construção do pensamento e da linguagem**. 2ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

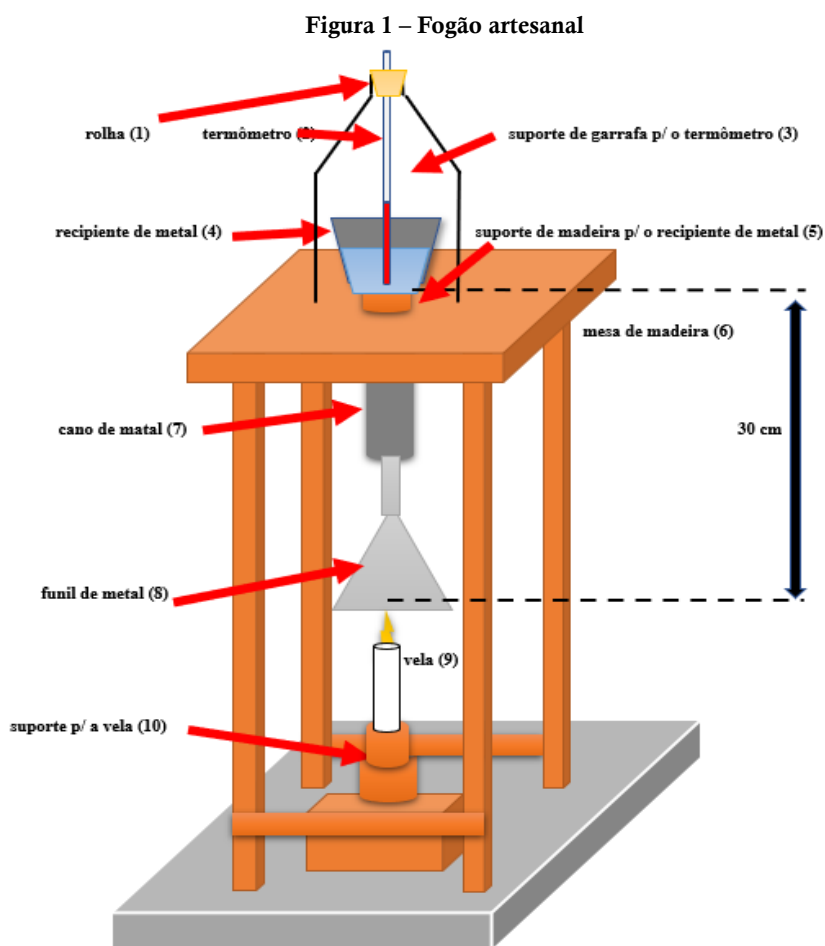
APÊNDICE

CADERNO DE ATIVIDADES

Atividade 01: Questões investigativas abertas e resolução de problemas

Objetivo: Propor melhorias para que o fogão artesanal transfira o máximo possível de calor para o recipiente que contém água.

Observe a figura a seguir:



Fonte: autoria própria (2025)

1) O que acontece se acendermos uma vela debaixo de um pequeno recipiente de metal contendo 10 gramas de água como na Figura 01? Obs: A vela está a 30 cm do recipiente que contém a água.

- 2) O que acontece com o calor que é emitido pela vela que está acesa?
- 3) Todo o calor emitido pela vela é absorvido pelo material que está dentro do recipiente de metal? Justifique sua resposta.
- 4) Sabendo que o recipiente está a 30 cm da vela, que estratégia você utilizaria para aumentar a quantidade de calor que o mesmo recebe da vela acesa? Por que você utilizaria essa estratégia?
- 5) Qual é o melhor plano para fazer mais calor chegar ao recipiente ao mesmo tempo que se diminui o desperdício desse calor para os lados?”
- 6) Outras perguntas e respostas podem surgir em consequência das respostas anteriores. É importante anotá-las, valorizá-las, enfatizá-las...!

Atividade 02: variação da temperatura de diferentes massas de água.

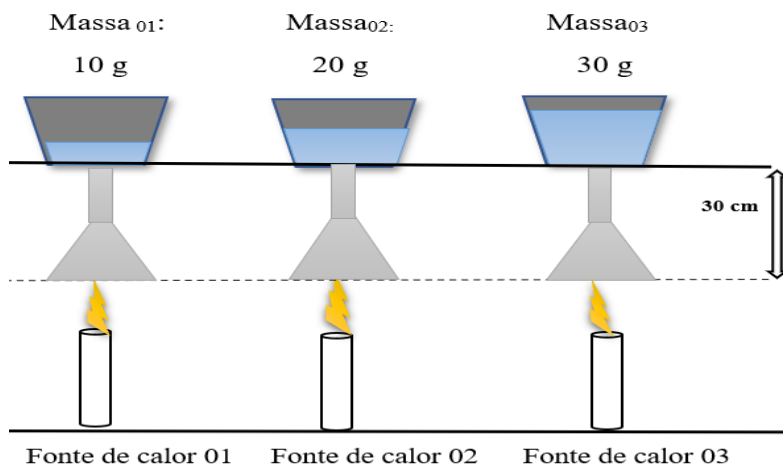
Objetivos: Analisar e comparar a variação da temperatura de 10 g, 20 g e 30 g de água, submetidas à mesma fonte de calor durante 10 minutos, levantando hipóteses e verificando-as experimentalmente.

Texto: Variação da temperatura de diferentes massas de água.

Um recipiente de metal, contendo água, é colocado em um suporte, que está sobre a chama de uma vela a uma distância de 30 cm de altura, durante um tempo de 10 minutos, de maneira que a temperatura da água varia. O calor da chama da vela é transmitido através do funil e do cano de metal (Figura 02) até o recipiente com água, o que faz com que a mesma aqueça. Realiza-se, sequencialmente, as medições da variação da temperatura de três diferentes massas de água colocadas sobre a chama da vela (fontes de calor aproximadamente iguais).

Figura 02 - ΔT da mesma substância com diferentes massas

Material: água



Fonte: autoria própria (2025)

Pense e responda!

Qual das massas obterá maior variação de temperatura? Por quê?

10 g () 20 g () 30 g ()

Qual das massas obterá menor variação de temperatura? Por quê?

10 g () 20 g () 30 g ()

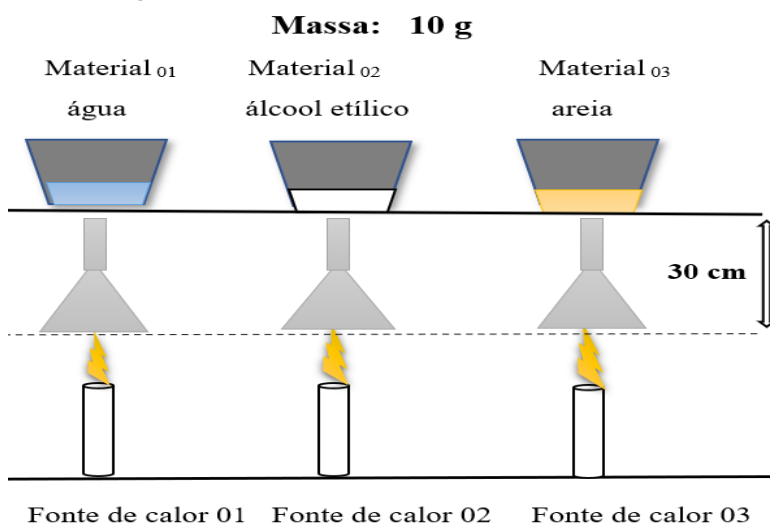
Atividade 03: variação da temperatura de diferentes materiais com mesma massa.

Objetivo: Analisar e comparar a variação da temperatura de 10 g de água, álcool e areia, submetidos à mesma fonte de calor durante 10 minutos, levantando hipóteses e verificando-as experimentalmente.

Texto: Variação da temperatura de diferentes materiais com mesma massa.

Um recipiente de metal, contendo 10 g de água, é colocado em um suporte, que está sobre a chama de uma vela a uma distância de 30 cm de altura, durante um tempo de 10 minutos, de maneira que a temperatura da água varia. A mesma experiência é repetida para outro recipiente que contém 10 g de álcool etílico e para outro recipiente que contém 10 g de areia. Realiza-se, sequencialmente, as medições da variação da temperatura dos três diferentes tipos de materiais contendo a mesma massa e colocados sobre a mesma fonte de calor (fonte de calor aproximadamente igual).

Figura 2 - ΔT da mesma massa de diferentes materiais



Fonte: autoria própria (2025)

Pense e responda!

1ª) Quando submetidos a uma mesma fonte de calor, durante o mesmo tempo, qual das substâncias a seguir terá maior variação de temperatura? Por quê?

Água () álcool () areia ()

2ª) Qual delas terá uma menor variação? Por quê?

Água () álcool () areia ()

Atividade experimental 01 - COMPLEMENTO DA ATIVIDADE 02

Objetivo: Analisar como variam as temperaturas de 10g, 20 g e 30 g de água submetidas a mesma fonte de calor, durante 10 minutos e comparar tais resultados com aqueles hipotetizados anteriormente.

Tabela 1 - Diferentes massas de água - ΔT (°C) x Δt (10 min)

Massa – 10 g		Massa – 20 g		Massa – 30 g	
Tempo (min)	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Temperatura (°C)
0,0		0,0		0,0	
1,0		1,0		1,0	
2,0		2,0		2,0	
3,0		3,0		3,0	
4,0		4,0		4,0	
5,0		5,0		5,0	
6,0		6,0		6,0	
7,0		7,0		7,0	
8,0		8,0		8,0	
9,0		9,0		9,0	
10,0		10,0		10,0	

Fonte: autoria própria (2025)

Atividade Experimental 02 - Complemento da Atividade 03

- Como já foram realizadas as medições da temperatura da massa de 10 g de água, os alunos deverão aproveitar esses dados e realizar apenas as atividades relacionadas às massas de álcool etílico e areia e anotá-los na tabela abaixo, seguindo os mesmos procedimentos realizados para as medições de temperatura da água.

Tabela 2 - Diferentes materiais - ΔT (°C) x Δt (10 min)

Material ₁ : 10 g de água		Material ₂ : 10 g de álcool etílico		Material ₃ : 10 g de areia	
t (min)	T (°C)	t (min)	T (°C)	t (min)	T (°C)
0		0		0	
1,0		1,0		1,0	
2,0		2,0		2,0	
3,0		3,0		3,0	
4,0		4,0		4,0	
5,0		5,0		5,0	
6,0		6,0		6,0	
7,0		7,0		7,0	
8,0		8,0		8,0	
9,0		9,0		9,0	
10,0		10,0		10,0	

Fonte: autoria própria (2025)

Construção dos gráficos 01

Objetivo: Representar graficamente os dados experimentais obtidos na Figura 03, de modo a compreender outra forma de linguagem científica utilizada na descrição do fenômeno da capacidade térmica.

Após a tabulação dos resultados, os alunos deverão construir gráficos a partir dos dados de temperatura do material analisado, apresentados na Tabela 01. Para isso, utilizarão papel quadriculado e canetas coloridas, garantindo que cada curva seja identificada pela mesma cor de sua legenda. Caso necessário, o professor fornecerá orientações adicionais para a correta elaboração dos gráficos.

Analise os gráficos e responda (01)

- Qual das massas obteve maior variação de temperatura? Por quê?
- Qual das massas obteve menor variação de temperatura? Por quê?
- As temperaturas variaram de maneiras iguais ou diferentes? Por quê?

Construção dos gráficos 02

Objetivo: Representar graficamente os dados experimentais obtidos na Figura 04, apropriando-se de uma linguagem científica complementar para a análise do fenômeno do calor específico.

Com base nos dados da Tabela 02, os alunos deverão construir, em papel quadriculado, o gráfico da variação da temperatura em função do tempo. As curvas devem ser traçadas com canetas coloridas, assegurando que cada legenda

utilize a mesma cor correspondente à curva. O professor oferecerá o suporte necessário sempre que houver dúvidas ou dificuldades no processo de elaboração.

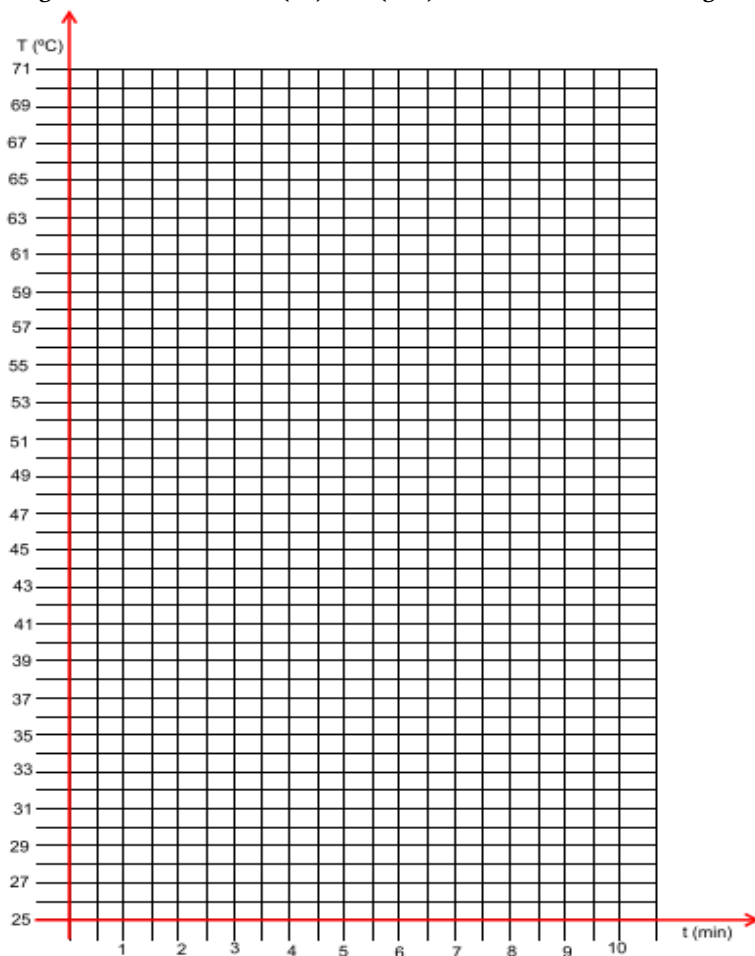
Analise os gráficos e responda (02)

- Quando submetidos a uma mesma fonte de calor, durante o mesmo tempo, qual dos materiais a seguir terá maior variação de temperatura?

Água () Areia () Álcool () Por quê?

- Qual das substâncias obterá menor variação de temperatura? Por quê?

Figura 3 - Gráfico da ΔT (°C) x Δt (min) de diferentes massas de água

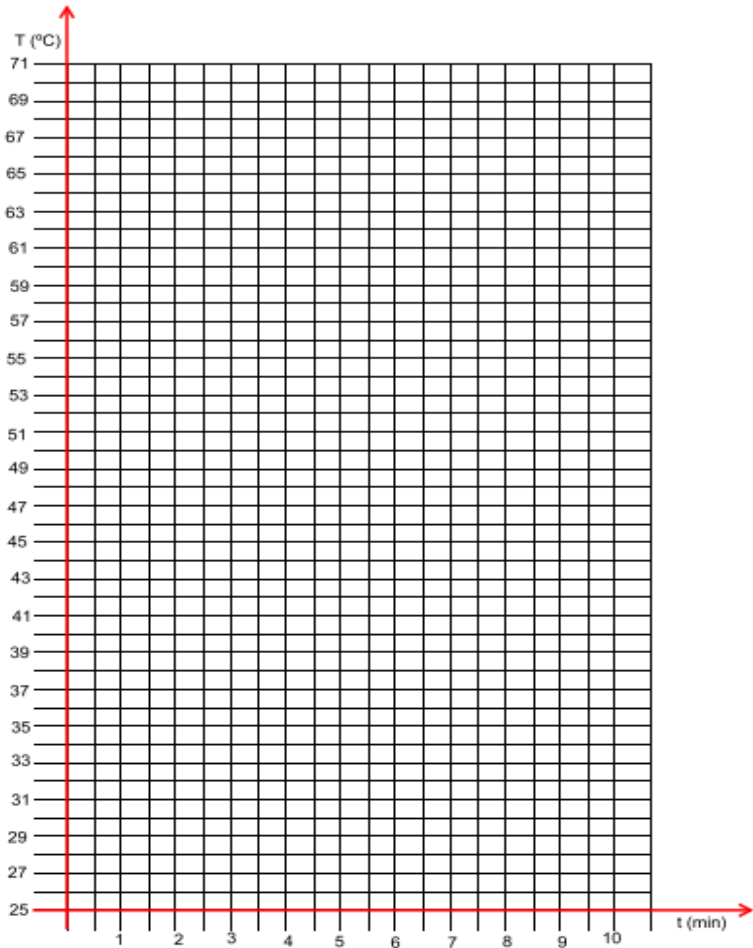


Fonte: autoria própria (2025)

Legenda: Variação da temperatura de diferentes massas de água no decorrer de 10 min

- ☐ 10 g
- ☐ 20 g
- ☐ 30 g

Figura 4 - Gráfico da ΔT (°C) x Δt (min) de diferentes materiais com mesma massa



Fonte: autoria própria (2025)

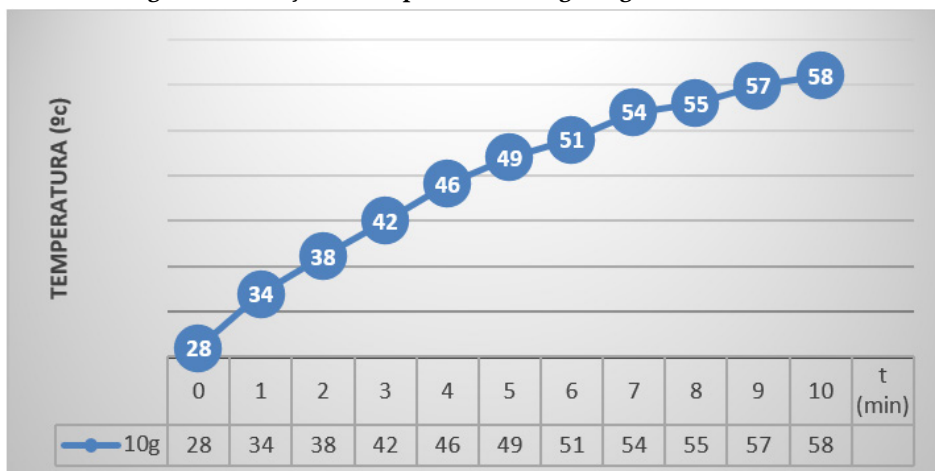
Variação da temperatura de diferentes materiais no decorrer de 10 min

- ☐ água
- ☐ álcool
- ☐ areia

Atividades complementares com base no livro didático e nas experimentações

1 - Uma massa de 10 g de água, ao sofrer um aquecimento, apresenta a variação de temperatura conforme o gráfico a seguir: (exercício baseado nas experiências)

Figura 5 - Variação da temperatura da 10 g de água durante 10 min



Fonte: autoria própria (2020)

- Determine qual é a variação de temperatura desde t_0 até t_{10}
- Sendo o calor específico da água igual a $1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, qual é a capacidade térmica da quantidade de água contida no recipiente?
- Quais são as informações necessárias para se calcular a quantidade de energia recebida pela massa de água analisada?
- Faça o cálculo dessa quantidade de energia. Além de expressar essa quantidade de energia em calorias, expresse-a também em Joules.

2 - Calcule a quantidade de calor necessário para aumentar a temperatura de 10 g de cada um dos materiais da tabela a seguir em 20°C . (exercício baseado nas experiências)

Tabela 3 - Atividades de aplicação 1 – Calor específico

Material	Calor específico
Água	$1,00 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$
álcool etílico	$0,58 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$
Areia	$0,20 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$

Fonte: autoria própria (2025)

a) Suponha que os três materiais estejam com a mesma temperatura inicial e após alguns minutos alcançaram a mesma temperatura final.

- Qual deles absorveu mais energia?

- Qual deles absorveu menos energia? Quanto por cento a menos?

b) O álcool precisa de quanto por cento da quantidade de energia absorvida pela água para ter a mesma variação de temperatura?

c) A areia precisa de quanto por cento da quantidade de energia absorvida pela água para ter a mesma variação de temperatura?

3 - Qual é a quantidade de energia recebida por um coletor solar contendo 1 500 g de água em sua tubulação quando a temperatura passa de 21 °C para 63 °C? O calor específico da água é definido por $c = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$.

4 - O que significa dizer que um objeto tem capacidade térmica de 500 cal/°C?

5 - Qual é a capacidade térmica de um objeto que ao receber 5 000 cal de energia, tem a sua temperatura elevada de 15 °C para 40°C?

6 - O que significa dizer que o ouro tem calor específico de 0,032 cal/g.°C?

7 - Sabe-se que a areia da praia, num dia de verão, fica mais quente que a água do mar. Supondo que a quantidade de energia recebida pelo Sol seja a mesma para as duas substâncias, qual delas tem maior calor específico?

8 - Imagine que dois objetos de 10 g, um de alumínio e outro de ferro, receberam 220 calorias de energia cada um. Calcule a variação de temperatura sofrida por cada um.

Calor específico do ferro = 0,11

Calor específico do ferro = 0,22

9 - A tabela a seguir fornece a massa (m) em gramas de cinco alimentos e o calor específico c das respectivas substâncias.

Tabela 4 – Atividades de aplicação 2 – Calor específico

Alimento	m (g)	calor específico (c)
carne de vaca	100	0,77
carne de frango	100	0,80
peixe	100	0,84
ovo	100	0,76
tomate	100	0,95
batata	100	0,82
leite	100	0,94

Fonte: autoria própria (2025)

a - Calcule a capacidade térmica de cada um desses alimentos.

b - Fornecida a mesma quantidade de energia para cada uma dessas massas de alimento, qual delas demoraria mais tempo para aumentar a sua temperatura?

c - E qual demoraria menos tempo? Por quê?

10 - Imagine que todos esses alimentos possuam a mesma massa e estejam cozidos à mesma temperatura. Qual deles terá a sua temperatura diminuída mais rapidamente? Qual demorará mais? Por quê?

11 - Um agricultor de um município situado no Nordeste paraense, deseja construir um forno para o seu retiro, também conhecido como casa de farinha, e está com dúvidas sobre que tipo material utilizar. As opções de materiais para se construir o forno são o ferro e o cobre. Suponha que as dimensões dos dois materiais sejam as mesmas. Que explicações você daria ao agricultor sobre que material ele deverá utilizar? Por quê?

Dados: calor específico do cobre é igual a $0,09 \text{ cal/ g } ^\circ\text{C}$ e do ferro é igual a $0,11 \text{ cal/ g } ^\circ\text{C}$

12 - Por que a água é utilizada para a refrigeração dos motores dos automóveis?

13 - Faça uma pesquisa sobre a influência que as correntes de água quente do Golfo exercem sobre o inverno europeu. Caso essas correntes não existissem, como seria o continente europeu com relação ao clima?

14 - Elabore um texto que sintetize as experiências físicas desenvolvidas, destacando os procedimentos realizados, os conceitos envolvidos e os principais aprendizados obtidos a partir dessas práticas.

RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA: BOMBA HIDRÁULICA PARA MANUSEIO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA

Márcio Ricardo Pereira Silva¹

Maria da Conceição Gemaque de Matos²

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo aborda o desenvolvimento e a implementação de um Produto Educacional (PE) focado no ensino de hidrostática para o Ensino Médio, estruturado a partir da Sequência de Ensino por Investigação (SEI). Fundamentado nas teorias de Piaget, Vygotsky, Ausubel e Freire, o estudo propõe o uso de uma bomba hidráulica artesanal (Bomba Rosário) como recurso didático para favorecer a aprendizagem significativa dos conceitos de pressão, empuxo, densidade e aplicação dos princípios hidrostáticos. A intervenção foi realizada com estudantes da 2ª série do Ensino Médio, utilizando experimentação e investigação enquanto método principal de ensino. Os resultados demonstraram maior engajamento dos alunos, aprimoramento do pensamento crítico e consolidação dos conceitos estudados. O artigo ainda apresenta sugestões de atividades práticas e fichas prontas para utilização em sala de aula.

No contexto atual da educação em ciências, o ensino de Física apresenta o desafio de promover uma aprendizagem significativa e que envolva os estudantes da Educação Básica. No ensino de hidrostática, observa-se que ainda predominam métodos baseados na memorização de fórmulas e na resolução mecânica de exercícios, o que pode afastar o conteúdo da realidade dos alunos e limitar para os alunos a construção ativa do conhecimento. Diante desse cenário, urge a necessidade de revisar as propostas metodológicas aplicadas em sala de aula, adotando estratégias que incentivem a participação, a experimentação e a reflexão crítica.

1 Mestre em Ensino e Física – MNPEF/UFPA. Graduado em Licenciatura em Física. Professor da Educação Básica.

2 Docente do Programa de Pós-Graduação MNPEF/UFPA. Doutora em Educação em Ciências e Matemática. Mestrado em Educação e Licenciada em Física. Pesquisadora na área do ensino de Física.

A presente proposta se insere nesse contexto ao desenvolver um produto educacional baseado na **Sequência de Ensino Investigativa (SEI)** proposta por **Ana Maria Pessoa de Carvalho**, integrando os princípios da **Teoria da Aprendizagem Significativa** de **Ausubel** e as contribuições de **Piaget**, **Vygotsky** e **Paulo Freire**, que defendem o protagonismo dos alunos no processo de construção do saber. A SEI visa promover uma aprendizagem ativa, partindo de problemas reais e contextualizados, possibilitando aos estudantes a formulação de hipóteses, experimentação e reorganização de seus esquemas cognitivos a partir do confronto com novos conhecimentos.

O produto educacional apresentado tem como objetivo principal o ensino de hidrostática por meio de atividades práticas e investigativas, utilizando a **Bomba Rosário**, dispositivo acessível e fácil montagem. Este recurso permite a abordagem de conceitos como pressão, empuxo e funcionamento de sistemas hidráulicos. Ao integrar teoria e prática, bem como ciência e a realidade social, o projeto visa oferecer uma experiência de aprendizagem significativa aos alunos, contribuindo para sua formação crítica, científica e cidadã.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA PROPOSTA METODOLÓGICA

A fundamentação teórica desta pesquisa está alicerçada em três principais correntes da educação científica: a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1978), a abordagem sociocultural de Lev Vygotsky (2001) e as contribuições sobre o desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget (1976). Ademais, a proposta do produto educacional está integrada à metodologia da Sequência de Ensino por Investigação (SEI), conforme delineada por Carvalho (2013).

De acordo com Ausubel (1978), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conteúdo é vinculado de maneira substancial e não arbitrária aos conhecimentos prévios do estudante. Isso requer uma estrutura cognitiva adequada que possibilite a assimilação dos novos conceitos, tornando a aprendizagem um processo ativo de construção. No âmbito da hidrostática, tópicos como pressão, empuxo e densidade tornam-se mais compreensíveis ao serem correlacionados com situações cotidianas dos alunos, como o uso de bombas d'água em áreas rurais ou o funcionamento de dispositivos hidráulicos.

A teoria sociocultural de Vygotsky (2001), por sua vez, reforça a importância das interações sociais na mediação da aprendizagem. Vygotsky defende que o desenvolvimento cognitivo ocorre inicialmente no plano interpessoal, para depois ser internalizado. A zona de desenvolvimento proximal (ZDP) é especialmente relevante neste contexto, pois evidencia como a mediação do professor e a colaboração entre pares são fundamentais para que o estudante avance além do que conseguiria sozinho. Na SEI, esse aspecto é contemplado

pela divisão dos estudantes em grupos colaborativos, incentivando a troca de ideias e o raciocínio coletivo.

Complementando essas abordagens, Jean Piaget (1976) propõe que a aprendizagem se dá por estágios de desenvolvimento, nos quais a criança constrói ativamente seu conhecimento por meio da interação com o ambiente. Para Piaget, a aprendizagem ocorre a partir de situações de desequilíbrio cognitivo, que levam à assimilação e à acomodação, resultando em novos esquemas mentais. Assim, ao confrontar os alunos com experimentos reais, como o manuseio da bomba Rosário, estimula-se o processo de reequilibração cognitiva.

A Sequência de Ensino por Investigação (SEI), delineada por Carvalho (2013), apresenta um modelo estruturado para a articulação dos pressupostos teóricos mencionados. A SEI contempla fases que incluem a problematização inicial, a investigação, a construção coletiva do conhecimento, bem como a sistematização e avaliação dos resultados. Esta abordagem está alinhada com as diretrizes do ensino investigativo e da aprendizagem significativa, considerando o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem e promovendo a construção do saber científico de maneira contextualizada, crítica e socialmente relevante.

3. METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza qualitativa, com caráter interventivo, foi aplicada no contexto do Ensino Médio, mais especificamente com estudantes do 2º ano. O delineamento metodológico (SEI), visando analisar como os alunos constroem seus conhecimentos a partir da resolução de problemas concretos e da experimentação prática focando o ensino de hidrostática com a utilização da “Bomba Rosário” como um instrumento didático experimental. A proposta busca desenvolver o pensamento crítico, a argumentação e a aprendizagem significativa dos alunos do 2º ano do Ensino Médio, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2018).

A sequência didática foi elaborada com base nos pressupostos apresentados por Carvalho (2013) relativos à SEI, contemplando as etapas de *apresentação do problema, investigação em grupo, sistematização e avaliação*. O processo de aprendizagem ocorreu por meio de atividades de exploração empírica e diálogos colaborativos, alinhando-se aos princípios da teoria de Vygotsky (2001) acerca da mediação social na aprendizagem, bem como à abordagem de Piaget (1976) sobre o mecanismo de equilíbrio cognitivo.

4. DETALHAMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A proposta metodológica é composta por cinco etapas distribuídas em cinco aulas, com duração aproximada de 50 minutos cada, e visa o desenvolvimento gradual e significativo dos conceitos de hidrostática por meio de uma abordagem investigativa e contextualizada.

4.1 Estrutura Geral da Sequência Didática

Encontro 1 – Sensibilização temática e Sondagem dos conhecimentos prévios

Nesta fase inicial, o docente conduz um diálogo direcionado acerca da realidade do acesso à água potável e dos impactos decorrentes da escassez hídrica. Os estudantes participam compartilhando suas percepções e experiências, sendo posteriormente convidados a responder a um questionário diagnóstico que possibilita identificar suas concepções preliminares sobre os tópicos abordados em hidrostática, tais como, pressão, densidade e empuxo.

Encontro 2 – Introdução do desafio experimental

Na etapa de Problematização inicial, os alunos são apresentados ao aparato experimental denominado *Bomba Rosário*, sem a exposição prévia de detalhes técnicos. Esta abordagem visa suscitar a curiosidade dos estudantes e incentivar a formulação de hipóteses relativas ao seu funcionamento. As discussões subsequentes orientam os discentes à compreensão dos conceitos físicos envolvidos na operação do dispositivo, tais como pressão e empuxo.

Encontro 3 - A vivência prática e análise de dados

Os alunos, organizados em pequenos grupos, realizam experimentos utilizando a Bomba Rosário para analisar os efeitos da altura da coluna d'água em relação a pressão exercida. Durante a atividade, são orientados a registrar as observações em tabelas, elaborar gráficos e interpretar criticamente os resultados de maneira colaborativa.

Encontro 4 - Consolidação conceitual e diálogo com a teoria

Após a realização da atividade experimental, os alunos participam de uma discussão orientada pelo docente, durante a qual as descobertas dos grupos são compartilhadas e gotejadas com os conceitos científicos estabelecidos em hidrostática. O objetivo é organizar sistematicamente os conceitos observados durante a prática. Por meio de leituras direcionadas e da mediação do professor, os estudantes aprofundam seu entendimento sobre a Lei de Stevin, o Princípio de Pascal e demais leis que regem os fluidos em repouso, estabelecendo conexões com as experiências práticas realizadas.

Encontro 5 – Aplicação do conhecimento e encerramento reflexivo

Os estudantes são instigados a solucionar situações-problema relacionadas aos conceitos abordados, apresentando ainda propostas de soluções sustentáveis para o uso consciente da água fundamentadas nos princípios investigados. Ao término das atividades, realiza-se uma roda de conversa destinada à reflexão coletiva sobre o processo vivenciado e à avaliação proposta da aprendizagem.

Todo o material experimental utilizado como tubos, manômetros, seringas e a bomba Rosário foi cuidadosamente preparado para ser acessível, assegurando a aplicabilidade da proposta inclusive em instituições de ensino com infraestrutura limitada.

4.2 Materiais Utilizados

Bomba Rosário artesanal;



Fonte: arquivo dos autores

Recipientes transparentes;

Tubos de metal, borracha (pedaço de sandália), barbantes;

Fichas de atividades e folhas de registro;

Quadro branco, régua e cronômetro;

Projektor multimídia e vídeos curtos de contextualização.

4.3 Resultados Esperados

Espera-se que os alunos compreendam de maneira significativa os conceitos de hidrostática, reconhecendo suas aplicações no cotidiano e em questões socioambientais. Além disso, busca-se fomentar o engajamento, o desenvolvimento da capacidade argumentativa, do raciocínio lógico e das habilidades investigativas dos estudantes.

5. A BOMBA ROSÁRIO: CONTEXTO, FUNCIONAMENTO E APLICAÇÃO PEDAGÓGICA

A **Bomba Rosário** consiste em um dispositivo hidráulico de operação simplificada, notável por sua eficiência e relevância social, especialmente em comunidades rurais e áreas com acesso restrito à água tratada ou a tecnologias motorizadas. Este equipamento é tradicionalmente empregado na captação de água de poços rasos, rios ou cacimbas. A denominação “Bomba Rosário” deriva do formato do seu mecanismo, que se assemelha a um terço ou rosário.

Este equipamento consiste em um sistema manual para captação e transporte de água, normalmente confeccionado com materiais acessíveis ou de fácil obtenção, como cordas, rodas de bicicleta, mangueiras e tubos de PVC. O funcionamento da bomba fundamenta-se no movimento cíclico de uma corrente equipada com pequenos pistões ou esferas que, ao serem acionados manualmente, geram pressão suficiente para promover o deslocamento ascendente da água.

Esse tipo de bomba é frequentemente empregado na agricultura familiares, comunidades ribeirinhas e populações tradicionais da Amazônia para o abastecimento de cisternas, irrigação de cultivos e uso doméstico. A operação da Bomba Rosário independe do fornecimento de energia elétrica, qualificando-a como uma solução sustentável, de baixo impacto ambiental e com potencial pedagógico quando aplicada em ambientes educacionais.

Do ponto de vista educacional, a Bomba Rosário torna-se um objeto de aprendizagem altamente contextualizado. Ao ser trazida para o espaço escolar como recurso didático, ela permite ao estudante associar diretamente os conceitos da Física como **pressão, empuxo, trabalho, energia mecânica e conservação da energia** com uma tecnologia real, viva, usada no cotidiano de milhares de pessoas. Essa associação fortalece os vínculos entre o conhecimento científico e a realidade social dos alunos, promovendo **aprendizagem significativa**, como defendida por David Ausubel (1978), e crítica, nos moldes da pedagogia Freiriana (Freire, 2002).

O trabalho com a Bomba Rosário possibilita ao professor incentivar a interdisciplinaridade, abordando temas como **meio ambiente, recursos**

hídricos, justiça social, acesso à tecnologia e energias alternativas. Dessa forma, o ensino da Física é integrado a questões da sociedade contemporânea, promovendo um modelo educacional mais inclusivo, emancipador e voltado para a transformação social.

Em ambientes educacionais frequentemente marcados pela limitação de recursos avançados, o emprego da Bomba Rosário evidencia que **soluções tecnicamente simples podem apresentar elevado potencial pedagógico**, sobretudo quando orientadas por metodologias investigativas, colaborativas e focadas nas demandas reais da comunidade escolar.

6. TEMÁTICA ABORDADA: HIDROSTÁTICA

Os princípios da hidrostática, apresentados neste material educacional, constituem um ramo da física dedicado ao estudo dos fluidos em repouso e das forças que sobre eles atuam. No âmbito desta disciplina, a hidrostática é essencial para a compreensão de diversos fenômenos físicos envolvendo água e outros fluidos, abrangendo tanto os aspectos teóricos quanto as aplicações práticas.

Principais conceitos de hidrostática:

- Pressão hidrostática: pressão exercida por um fluido em repouso, aumentando com a profundidade e definida pelo Teorema de Stevin.
- Princípio de Pascal: a pressão aplicada em um ponto do fluido é transmitida igualmente a todos os pontos e às paredes do recipiente.
- Princípio de Arquimedes: um corpo imerso em um fluido recebe um empuxo para cima igual ao peso do fluido deslocado, explicando a flutuação.

Esses conceitos são essenciais para compreender uma variedade de fenômenos naturais e tecnológicos, como a flutuação de objetos, o funcionamento de instrumentos de medida de pressão, a estabilidade de estruturas submersas e o funcionamento de bombas hidráulicas, entre outros.

Por meio da aplicação da Sequência de Ensino por Investigação (SEI), os estudantes são estimulados a explorar e compreender os conceitos de forma ativa e participativa, utilizando situações-problema desafiadoras (Carvalho, 2013), experimentação prática e discussões em grupo para construir o conhecimento acerca de hidrostática.

6.1 Explorando os conceitos de hidrostática e pressão atmosférica através de QR Codes

A proposta metodológica contempla a integração da tecnologia QR Code como recurso para aprofundar o entendimento dos conceitos de hidrostática e

pressão atmosférica. O uso de QR Codes representa uma abordagem inovadora e interativa, permitindo aos estudantes o acesso a conteúdos complementares e vídeos explicativos. Por meio da leitura dos códigos em dispositivos móveis, os alunos podem ser direcionados a materiais digitais que enriquecem sua compreensão e experiência de aprendizado.

Além disso, a utilização dos QR Codes selecionados de acordo com a temática proporciona uma visão ampla sobre os conceitos de hidrostática e pressão atmosférica, destacando sua relevância no estudo dos fluidos em repouso e nas interações com o ambiente terrestre. Os estudantes são apresentados aos QR Codes como ferramenta de exploração desses temas de forma interativa.

A adoção dos QR Codes para investigar os princípios de hidrostática e pressão atmosférica visa oferecer uma experiência de aprendizagem dinâmica e engajadora, estimulando a participação ativa dos alunos e potencializando o entendimento do conteúdo abordado.



O que é hidrostática?



Pressão Atmosférica



Lei de Stevin

A proposta da Sequência de Ensino Investigativa (SEI), apresentada nesta pesquisa, representa uma metodologia pedagógica inovadora que visa engajar os alunos de forma ativa e participativa na construção do conhecimento, particularmente no ensino de Hidrostática. Inspirada pelos princípios do construtivismo, a SEI valoriza a abordagem centrada no aluno e é estruturada em várias etapas planejadas cuidadosamente para promover a investigação e a descoberta.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do produto educacional desenvolvido nesta pesquisa, fundamentado na abordagem da **Sequência de Ensino por Investigação (SEI)** e no uso da **Bomba Rosário** como recurso didático, mostrou-se uma proposta eficaz e inovadora para o ensino de hidrostática na educação básica. Essa estratégia possibilitou a aproximação entre a prática experimental e a teoria,

atendendo à necessidade de metodologias ativas que favoreçam a aprendizagem significativa. De acordo com Ausubel (1978), a aprendizagem torna-se efetiva quando os novos conhecimentos podem ser relacionados de maneira substantiva e não arbitrária à estrutura cognitiva pré-existente do estudante.

Ao incorporar os fundamentos da epistemologia de Piaget (1976), da teoria histórico-cultural de Vygotsky (2001) e da pedagogia problematizadora de Freire (2002), o projeto fortaleceu a integração entre teoria e prática, promovendo uma aprendizagem centrada no aluno e no desenvolvimento da autonomia intelectual. Nesse sentido, a utilização da Bomba Rosário como instrumento experimental proporcionou aos estudantes uma vivência concreta dos conceitos físicos de **pressão, empuxo e equilíbrio hidrostático**, permitindo-lhes compreender, de forma crítica e aplicada, os fenômenos que regem o comportamento dos fluidos em repouso.

As etapas metodológicas da SEI desde a sondagem de conhecimentos prévios, passando pela problematização, experimentação, discussão em grupo, até a sistematização favoreceram a participação ativa dos alunos no processo de construção do conhecimento, em consonância com a perspectiva investigativa destacada por Carvalho (2013). Essa abordagem contribuiu para que os estudantes assumissem o papel de protagonistas, ampliando sua capacidade de análise e argumentação.

Outro aspecto relevante do produto educacional foi a articulação entre os conteúdos da Física e temas de relevância social, como a **escassez e o uso sustentável da água**, o que está em conformidade com as orientações da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2018), que propõe a integração de competências científicas com a formação cidadã. Dessa forma, o projeto fomentou não apenas o desenvolvimento de habilidades cognitivas, mas também a construção de uma consciência ambiental crítica e engajada.

Assim, as práticas pedagógicas desenvolvidas favoreceram o trabalho colaborativo, a valorização do saber empírico, a argumentação fundamentada e o desenvolvimento do pensamento crítico, elementos centrais para uma educação transformadora, conforme defendem autores como Freire (2002) e Delors (2010).

O apêndice que acompanha este artigo contém fichas pedagógicas, atividades experimentais, textos explicativos e questões problematizadoras, todos adaptados para o uso direto por professores da educação básica, possibilitando a replicação e a adaptação da proposta em diferentes contextos escolares.

Conclui-se, portanto, que este produto educacional pode contribuir de forma efetiva para a superação de uma abordagem tradicional e conteudista no ensino de Física, oferecendo subsídios teóricos e práticos para um ensino mais

investigativo, contextualizado e significativo, alinhado às diretrizes da BNCC (2018), às demandas da sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.

AUSUBEL, D. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1978.

CARVALHO, A.M.P. **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DELORS, J. et al. **Educação**: um tesouro a descobrir. São Paulo: Cortez, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

APÊNDICE

FICHAS E TEXTOS PARA USO DOS ESTUDANTES

Atividade 1 – Introdução à Hidrostática

Objetivo: Compreender os conceitos básicos de hidrostática e suas aplicações no cotidiano.

Questões Iniciais:

O que você entende por hidrostática?

Onde podemos perceber os efeitos da hidrostática no dia a dia? Cite três exemplos.

Como você acha que a pressão varia com a profundidade em um líquido?

Leitura Complementar:

A hidrostática constitui o ramo da física responsável pelo estudo dos fluidos em repouso. Aborda tópicos essenciais como pressão hidrostática, empuxo e densidade, os quais são fundamentais para a compreensão de fenômenos físicos como a flutuação de objetos, o funcionamento de barragens e o comportamento de corpos submersos em diferentes profundidades, fundamentando-se na Lei de Stevin (pressão hidrostática), no Princípio de Pascal e no Princípio de Arquimedes.

O conceito de pressão hidrostática esclarece, por exemplo, a necessidade de paredes mais espessas nas bases das represas em comparação ao topo, devido ao aumento da pressão com a profundidade. O Princípio de Pascal estabelece que qualquer variação de pressão aplicada a um fluido transmite-se integralmente em todas as direções, sendo diretamente empregado em sistemas hidráulicos, como freios automotivos e prensas industriais. Por sua vez, o Princípio de Arquimedes, ao descrever o empuxo sobre corpos imersos em fluidos, justifica a flutuação de embarcações e balões de ar quente.

Atividade 2 – Pressão Hidrostática e Lei de Stevin

Objetivo: Entender o conceito de pressão hidrostática e sua variação com a profundidade.

Atividade:

Leia a equação da pressão hidrostática:

$$P = P_0 + \rho gh$$

Onde:

P é a pressão total no ponto considerado,

P_0 é a pressão atmosférica,

ρ é a densidade do líquido,

g é a aceleração da gravidade,

h é a profundidade do ponto no líquido.

Responda:

- a) Se um mergulhador desce mais fundo no mar, o que acontece com a pressão sobre ele?
- b) Se colocarmos um recipiente com furos em diferentes alturas, qual furo terá maior vazão de água?

Atividade 3 – Situação-Problema Inicial (Exploração de Conhecimentos Prévios)

Objetivo: Identificar concepções espontâneas dos alunos sobre o funcionamento da pressão em líquidos.

Instruções:

Leia o texto a seguir:

“Em muitas regiões rurais, algumas famílias utilizam uma bomba d’água artesanal chamada bomba rosário para captar água de poços sem o uso de energia elétrica. Essa bomba é acionada manualmente e consegue transportar a água para níveis mais elevados.”

Pergunta1:

Você já viu ou ouviu falar de uma bomba rosário? Como você acha que ela funciona?

Pergunta2:

O que você entende por **pressão da água**? Dê um exemplo do seu cotidiano.

Pergunta3:

O que acontece com a pressão da água quando a profundidade aumenta?

Atividade 4 – Investigação com Material Didático (SEI – Etapa Experimental)

Objetivo: Compreender o conceito de **pressão hidrostática** por meio da experimentação com materiais simples.

Material necessário:

- Garrafa PET com três furos na lateral (em diferentes alturas)
- Recipiente com água
- Fita adesiva
- Régua

Procedimento:

1. Tampe os furos com fita adesiva.
2. Encha a garrafa com água.
3. Retire as fitas ao mesmo tempo e observe o jato d'água em cada furo.

Registro:

- Qual furo teve o jato mais forte? ()
- O que isso nos diz sobre a **relação entre altura e pressão**?

Atividade 5 – Pressão Hidrostática: Cálculo e Interpretação

Objetivo: Aplicar a fórmula da pressão hidrostática e interpretar seus resultados.

Fórmula: $P = \rho \cdot g \cdot h$

Onde:

- P: pressão (em Pascal)
- ρ : densidade do líquido (água = 1000 kg/m³)
- g: gravidade (10 m/s²)
- h: profundidade (em metros)

Exercício:

1. Qual o valor da pressão exercida por uma coluna de água de 2 metros de altura?
2. Se aumentarmos a profundidade para 5 metros, o que acontece com a pressão?

3. A pressão depende da quantidade de água ou da altura da coluna de água? Justifique.

Atividade 6 – Relação com o Cotidiano (Contextualização e Aplicação)

Objetivo: Estabelecer relações entre os conceitos de hidrostática e situações reais.

Questões discursivas:

1. Por que os mergulhadores precisam usar roupas especiais ao mergulhar em grandes profundidades?
2. Qual o papel da pressão atmosférica em uma seringa?
3. Em uma caixa d'água elevada, por que o chuveiro tem mais pressão do que uma torneira no nível do solo?

Atividade 7 – Produção Escrita e Debate (Avaliação Formativa)

Objetivo: Estimular a argumentação e síntese de conhecimentos.

Proposta:

Escreva um pequeno texto explicando como a **bomba rosário** funciona à luz dos princípios da **hidrostática**. Utilize os conceitos aprendidos durante as aulas e atividades experimentais. Depois, participe de um debate em grupo sobre as possíveis aplicações sociais dessa tecnologia.

Atividade 8 – O Empuxo e o Princípio de Arquimedes

Objetivo: Compreender o empuxo e como ele influencia a flutuação dos corpos.

Atividade Experimental:

Encha um recipiente com água e coloque diferentes objetos dentro (pedra, plástico, madeira, ferro).

Registre quais objetos afundam e quais flutuam.

Tente explicar o que acontece com base no Princípio de Arquimedes:

“Um corpo imerso em um fluido recebe uma força de empuxo para cima igual ao peso do fluido deslocado.”

Questões:

- a) Por que alguns corpos afundam e outros flutuam?
- b) O que acontece com o empuxo quando um objeto é colocado em um líquido mais denso?

Texto para Leitura – Aplicação da Hidrostática na Cotidiano

A hidrostática está presente em muitas áreas do nosso dia a dia. O funcionamento de barragens, por exemplo, depende do estudo da pressão

exercida pela água. Os submarinos utilizam o controle do empuxo para afundar e emergir, enquanto os navios conseguem flutuar devido à relação entre a densidade da água e do material do casco.

A medicina também usa conceitos da hidrostática para medir a pressão arterial dos pacientes. Já os sistemas hidráulicos, como freios de carros e prensas industriais, funcionam com base no princípio de Pascal, que estabelece que um aumento de pressão em um ponto de um fluido em equilíbrio se transmite integralmente a todos os pontos do fluido.

Este Apêndice pode ser utilizado pelos professores como material de apoio para aplicação das atividades práticas e teóricas no ensino da Hidrostática.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO NO ENSINO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

Elder Raimundo Rodrigues Lopes Junior¹

Simone da Graça de Castro Fraiha²

1. APRESENTAÇÃO

Apresentamos uma proposta para o ensino de Física através de uma experiência metodológica, mostrando uma abordagem ativa na aprendizagem do fenômeno da Dilatação Térmica, para ser aplicada em turmas de segundo ano do Ensino Médio, através de uma sequência de atividades, que compõem uma Sequência de Ensino Investigativa, propondo ao aluno engajar-se na construção do seu conhecimento científico.

O referencial teórico deste trabalho é baseado em Lev S. Vygotsky, para quem o conhecimento se constrói por meio da interação com o ambiente. Com a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) busca-se destacar a argumentação, prática científica e interação social, valorizando o aluno como agente ativo da sua aprendizagem, enquanto o professor atua como orientador. Utiliza-se a musicalização em paródias para explicar atividades e ressaltar conteúdos físicos abordados.

Esta proposta apresenta um relato de experiência sobre uma abordagem ativa na aprendizagem de física no ensino médio, por meio de conjunto de atividades que compõem uma SEI. O objetivo é engajar o aluno na construção do conhecimento científico, estimulando a argumentação em sala para iniciar a educação científica, reconhecendo sua importância junto ao aprendizado dos conceitos físicos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

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.

1 Mestre em Ensino de Física . MNPEF/ UFPA, elder.lopes@ufpa.br.

2 Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará, Professora Titular da Universidade Federal do Pará, fraiha@ufpa.br.

O desenvolvimento intelectual ocorre pelas relações socio-histórico-culturais e envolve funções mentais superiores, como imaginação e ações intencionais, que se desenvolvem pela internalização de formas culturais mediadas por instrumentos e signos durante interações sociais (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 ela oferece importantes reflexões sobre a linguagem/pensamento (funções mentais superiores), um suporte teórico que exige do 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 que:

(...) 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.

Segundo Vygotsky (1998), no processo de aprendizagem do indivíduo, ocorre uma etapa denominada pseudoconceitos. Nessa fase, o aprendiz é capaz de resolver um problema, porém não consegue verbalizar o caminho percorrido para chegar à solução. Esta situação é comum entre adolescentes em contextos concretos, evidenciando habilidade na resolução de problemas, mas apresentando limitações na explicação conceitual por meio da linguagem. 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 mais 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.

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. 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.

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

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 e Carvalho(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 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.

3. PRODUTO EDUCACIONAL

Este produto educacional consta de uma SEI com 5 atividades investigativas de física térmica, relativos ao conteúdo do 2º ano do Ensino Médio, que foram escolhidos através de pesquisas no Mestrado Nacional e Profissional de 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 desenvolvendo sua capacidade de trabalhar em grupos. As atividades de ensino investigativas que compõem a SEI são:

1ª atividade: Identificar através de imagens o fenômeno dilatação no cotidiano

2ª atividade: Objetiva perceber que a dilatação é proporcional ao volume do corpo

3ª atividade: Objetiva levar o aluno a perceber que a dilatação é diretamente proporcional a temperatura.

4ª atividade: Tem como objetivo aplicar as três atividades anteriores em uma situação problema;

5ª atividade: 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.

3.1 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 nas etapas do processo que levam a construção do conhecimento científico.

Segundo Sasseron (2013), para o ensino por investigação, o professor deve considerar os materiais utilizados, os conhecimentos prévios dos alunos, a formulação de problemas orientadores e o bom gerenciamento da aula, incentivando sempre a participação dos alunos nas atividades e discussões. Diante disso, nesta abordagem, o sucesso da aplicação de um ensino por investigação está estritamente ligado ao seu planejamento pelo professor, que terá importante papel de elaborar as atividades e criar um ambiente propício à investigação e à troca de ideias entre os estudantes.

3.2 Laboratório Aberto

Nessa abordagem, o educando assume um papel ativo na construção do conhecimento, enquanto o professor atua como orientador, estimulando e direcionando o aluno por meio de questionamentos para argumentações e reflexões.

Esse modelo sugere uma investigação experimental onde alunos, em pequenos grupos, buscam resolver problemas sem respostas conhecidas. O objetivo não é comprovar o que foi aprendido em aula, mas incentivar os alunos a buscarem soluções experimentais, utilizando diferentes linguagens da ciência. Isso inclui construir tabelas com dados, identificar variáveis relevantes, criar gráficos e reconhecer relações matemáticas entre variáveis para avançar na 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 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.

No nível 1, ainda não é considerado um laboratório aberto, pois apesar de permitir um pouco mais de liberdade para os alunos, deixando que eles 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 quando 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?* A resposta a essa pergunta é o objetivo principal do laboratório, porém para responder, os alunos em grupos, precisam planejar passos característicos do método científico, como levantamento de hipótese, argumentação, a elaboração 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, tudo com orientação do professor. (Carvalho, 2014).

3.3 Demonstração Investigativa

O livro Calor e Temperatura, organizado por Anna Maria do Carvalho, foi fruto de uma pesquisa cujo objetivo foi verificar a possibilidade de se obter a melhoria no aprendizado dos alunos no conteúdo de termodinâmica. Em 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 para aprendizagem de física.

Esta nova metodologia tem em algumas de suas ideias centrais a participação direta do aluno na reconstrução do conhecimento científico, o que habitualmente em uma metodologia tradicional são transmitidos já completamente 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, (2014): 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 como o mesmo conceito.

Na pesquisa feita por Carvalho (2014), temos a denominação de *demonstrações investigativa* como experimentos investigativos que partem da apresentação de um *problema* relacionado ao fenômeno a ser estudado e propõe ao aluno uma reflexão a cerca desse fenômeno, proporcionando um caráter investigativa a atividade. De uma maneira geral a demonstração é feita em sala de aula pelo próprio professor que no decorrer propõe um problema questionador, fazendo com que os alunos argumentem. 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.

1ª Atividade investigativa

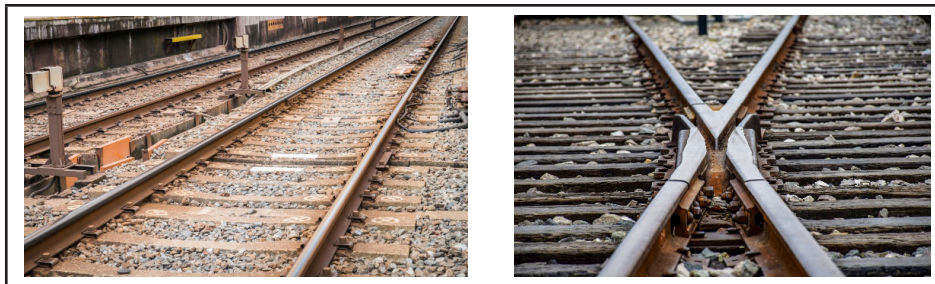
Essa atividade constitui de uma seleção de imagens que são vistas no cotidiano do aluno e que envolve alguns corpos que sofrem dilatação térmica, porém o professor não pode dizer o que está acontecendo, tem que deixar o aluno tirar suas conclusões, essa atividade tem por objetivo de fazer com que o aluno perceba o fenômeno da dilatação térmica presente no seu dia-dia, através das imagens que retratam o estudo em questão. As imagens devem ser selecionadas e exibidas, por exemplo, em um datashow utilizando a ferramenta Power Point, para que os alunos observem o fenômeno da dilatação em diferentes situações do cotidiano. A seguir, as figuras 1, 2, e 3 são sugestões de exemplos para usar na SEI.

Figura 1 – Imagens de fios que conduzem eletricidade



Fonte: <https://br.freepik.com/fotos-gratis/>

Figura 2 – Imagens de trilhos de trem



Fonte: <https://br.freepik.com/fotos-gratis/close-da-ferrovia+dos+trilhos+de+trem/>

Figura 3 – Imagens de calçadas e pontes que tenham junta de dilatação



Fonte: <https://br.freepik.com/fotos-gratis/>

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.

2ª Atividade investigativa

A segunda demonstração investigativa poderá ser feita utilizando os seguintes materiais:

- Balões de vidro com volumes de 500ml e 250 ml (fig. 4)
- Balões de látex
- Tela de amianto
- Álcool em gel
- Fosforo

Figura 4.4 – Balões de vidro

Fonte: arquivo 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, deve ser colocado um balão de látex (na borda) 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 de propor perguntas que deverá 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 feita as perguntas os alunos devem interagir em grupos e levantar hipóteses, expondo suas ideias, podendo questionar e defender seus pontos de vistas, ficando o professor com função de somente acompanhar os discursões e podendo propor novas questões para manter a coerências de suas ideias.

3ª atividade investigativa

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, 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, procedimentos:

- **Primeiro Passo:** Fazer um furo de diâmetro aproximado 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. E depois vedar com massa de modelar a parte interna e externa da tampa.
- **Segundo Passo:** Adicione bem devagar uma certa quantidade de álcool Isopropílico na garrafa pet (aproximadamente 350ml), ela 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 uma maneira que a extremidade interna do canudo inserido na tampa, fique aproximadamente uns 10cm do fundo da garrafa. Lembrando que a garrafa não pode conter ar em seu interior.
- **Quinto Passo:** Vedar a tampa na garrafa com cola quente, para que não haja transferência de ar de um ambiente para o outro.
- **Sexto Passo:** Testar o termômetro, primeiro a temperatura do corpo, aquecendo as mãos se envolvendo a garrafa e em poucos minutos, a verificação da expansão do líquido no canudo é verificado.

Figura 5 – Termômetro Caseiro



Fonte: Arquivo autor

O termômetro construído (fig.5), quando o aluno colocar a mão na garrafa 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.

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.

4ª Atividade investigativa

Essa 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 de uma barra de ferro, acionando um pequeno ventilador ou LED. Para construir esse experimento, foi necessário:

- Estrutura de madeira retangular com duas hastes.
- Fio que conduz elétrico
- Pilha 1,5 v
- Lâmpada de LED ou motorzinho elétrico
- Fita isolante
- Uma haste de alumínio
- Vela
- Fosforo

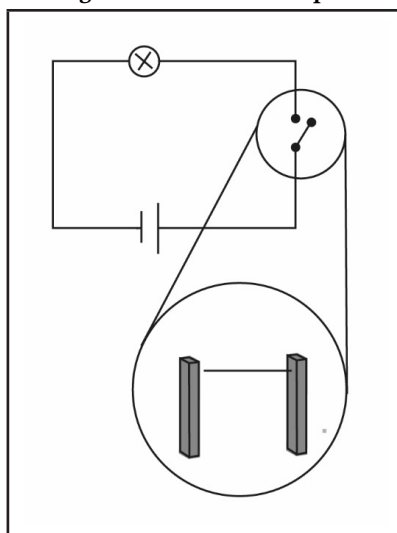
Figura 6 – Aparato Experimental



Fonte: próprio autor

A figura 7 mostra a representação do circuito utilizado no aparato experimental.

Figura 4.7 – circuito simples



Fonte: próprio autor

A seguir, o professor deverá montar um circuito elétrico que deverá ficar aberto onde a chave desse circuito será a haste metálica que fica na parte superior conforme a figura 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?

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 de maneira mais rápida possível.

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 justifica suas ideias, e com tudo isso colocaram em pratica o ensino na qual foi se investigando e levando-se a conclusão que a vela vai aquecer a haste de ferro e consequentemente a mesma irá dilatar fechando o circuito fazendo funcionar o ventilador ou LED.

5ª 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 lembrar 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.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É percebido que o ensino por investigação tem como principal função instigar os alunos a resolução dos problemas apresentados, levando esse aluno a sair de uma postura passiva e passando ser atendo na construção de argumentação, do raciocínio, 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 ele possa saber valorizar as respostas certas e questionar as erradas, sem achar que a que ele detém é a única resposta correta.

O ensino por investigação aplicado ao estudo da Termologia, na educação básica, pode evidenciar resultados positivos no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que promove a construção ativa do conhecimento e

favorece o desenvolvimento de competências científicas. A partir da formulação de hipóteses, realização de experimentos e análise crítica dos dados observados, os estudantes ampliam sua compreensão acerca de conceitos fundamentais, como calor, temperatura, dilatação térmica e outros.

Essa abordagem metodológica não apenas contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual, mas também estabelece relações mais consistentes entre teoria e prática, conferindo maior significado aos conteúdos de física, muitas vezes bastante abstratos e sem aplicabilidade no cotidiano.

Ademais, observa-se que a investigação em sala de aula estimula o engajamento, a motivação e a retenção do conhecimento, aspectos essenciais para uma aprendizagem efetiva e duradoura (Carvalho, 2013).

REFERÊNCIAS

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, p. São Paulo: Thomson, 2004.

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

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

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

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, 3 (Edição Especial): 608-618., 2018

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. e LIMA, M. E. C. de C. **Ensinar ciências por investigação**: em que estamos de acordo? Revista Ensaio, v. 1, 2008.

SASSERON, L.; 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.; 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, 2014.

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. cap. 3, p. 41-61. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

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.

APÊNDICE

Após a aplicação do produto é sugerido ao professor fazer uma roda de conversa entre os alunos e elaborar algumas perguntas envolvendo o assunto de dilatação térmica e vendo a sua aplicação no seu cotidiano, com as seguintes perguntas.

1- Como a dilatação térmica é considerada na construção de pontes e viadutos, e o que pode acontecer com essas estruturas se esse fenômeno for ignorado?

Objetivo: Relacionar o conceito à engenharia civil e refletir sobre consequências estruturais.

2- Por que é importante deixar folgas entre placas de concreto em calçadas ou rodovias? Você já viu rachaduras nessas estruturas em dias muito quentes?

Objetivo: Estimular a observação do ambiente urbano e aplicar o conceito a situações cotidianas.

3- Em um dia muito quente, porque portas de madeira às vezes “emperram” ou ficam mais difíceis de fechar? O que isso tem a ver com dilatação térmica?

Objetivo: Trazer a discussão para dentro de casa, com um exemplo familiar e comum.

4- Como a dilatação térmica pode afetar o funcionamento de equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos? O que os fabricantes fazem para evitar problemas?

Objetivo: Refletir sobre a aplicação do conceito na tecnologia e no design de produtos.

5- De que forma a dilatação térmica influencia o desempenho de materiais usados na indústria aeroespacial ou automobilística, onde há grandes variações de temperatura?

Objetivo: Estimular a curiosidade sobre ciência aplicada e mostrar a importância do tema em áreas avançadas.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR MEIO DO APLICATIVO GOOGLE CLASSROOM NO ENSINO DE FÍSICA

Clemerson Santos da Silva¹
Manoel Januário da Silva Neto²

1. APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional desenvolvido nesta proposta é parte da dissertação de mestrado, do primeiro autor, defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Pará – MNPEF/Polo37, foi concebido para estudantes do 2º ano do Ensino Médio, etapa correspondente ao nível da Educação Básica, e visa ao desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas ao ensino de conceitos fundamentais de eletrostática. Estruturado com base nos pressupostos da teoria sociocultural de Vygotsky e orientado por princípios metodológicos de Zabala (1998), o trabalho promove uma aprendizagem ativa, contextualizada e mediada por tecnologias educacionais.

A sequência didática foi planejada com o intuito de tornar as aulas de Física mais envolventes e significativas, articulando o uso de tecnologias digitais (como o Google Classroom e simuladores da plataforma PhET) com atividades práticas e experimentos simples, a fim de facilitar a compreensão de conteúdos como: carga elétrica, quantização da carga, princípio de Du Fay, lei de Coulomb e processos de eletrização. A abordagem adotada estimula a construção do conhecimento por meio da exploração, investigação e reflexão crítica, colocando o aluno no centro do processo educativo.

A estrutura geral da sequência compreende oito aulas de 45 minutos, cada uma com objetivos específicos e metodologias diversificadas: Aula 1: Apresentação da proposta; Aula 2: Aplicação de questionário de sondagem; Aula 3: Oficina sobre o uso de aplicativos; Aula 4: Leitura de textos motivadores, exibição de vídeo aula e uso de simuladores; Aula 5: Roda de conversa para

1 UFPA/ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – clemersantosuepa@gmail.com.

2 UFPA/ ICEN/Faculdade de Física - mjneto@ufpa.

troca de ideias; Aula 6: Realização de experimentos simples; Aula 7: Aplicação de questionário de análise conceitual; Aula 8: Formalização dos conceitos.

Para viabilizar as atividades, são utilizados materiais didáticos acessíveis, como quadro branco, pincéis, papel A4, lápis, canetas, além de recursos tecnológicos como dispositivos móveis com acesso à internet, projetor multimídia e rede Wi-Fi. Em relação à infraestrutura para os experimentos, os materiais utilizados são de fácil obtenção e baixo custo, como canudos plásticos, lenços de papel, papel alumínio, rolha de miriti (ou cortiça), fio de cobre esmaltado e frascos de vidro, permitindo que os experimentos possam ser realizados tanto em laboratórios quanto em sala de aula.

O artigo que apresenta este produto educacional está organizado nos seguintes tópicos: Apresentação do Produto Educacional, Fundamentação Teórica Educacional, Detalhamento do Produto e Aplicação, Considerações Finais, Referências e Apêndices. Essa estrutura visa oferecer uma visão completa e sistematizada da proposta, possibilitando sua replicação e adaptação em outros contextos escolares.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A teoria da mediação da aprendizagem de Lev Vygotsky e o ensino de física

Lev Vygotsky foi um psicólogo bielorrusso que se destacou por suas contribuições à compreensão do desenvolvimento humano, especialmente no campo da aprendizagem e linguagem. Sua teoria é fundamentada na ideia de que o desenvolvimento cognitivo ocorre a partir das interações sociais, sendo a cultura, a linguagem e o contexto histórico fatores fundamentais nesse processo. Um dos conceitos centrais de sua teoria é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que representa a distância entre o que o aluno já sabe (conhecimento real) e o que pode aprender com o auxílio de um mediador (conhecimento potencial), segundo Moreira (1999).

Para Vygotsky, a mediação é o elo essencial na aprendizagem, e ocorre por meio de instrumentos e signos, como a linguagem, que é considerada o sistema de maior importância no desenvolvimento das funções mentais superiores. A fala, nesse contexto, tem papel central, pois permite a internalização dos conhecimentos e o desenvolvimento do pensamento abstrato. Assim, o professor atua como mediador ao interpretar os conhecimentos prévios dos alunos e guiá-los na construção de conceitos científicos a partir de suas experiências cotidianas.

Outro ponto importante é a distinção entre conceitos espontâneos e conceitos científicos. Os primeiros surgem da vivência prática do aluno com

o mundo, enquanto os segundos são sistematizados e ensinados formalmente. Ambos são interdependentes e fazem parte de um processo contínuo de formação de conceitos, Vygotsky (2001). O professor deve, portanto, identificar essas noções prévias e propor estratégias que facilitem a transição do conhecimento empírico para o científico.

Dessa forma, a teoria de fundamenta o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais eficazes, centradas na interação, experimentação e reflexão. O produto educacional elaborado com base nessa abordagem visa utilizar a Zona de Desenvolvimento Proximal como ponto de partida para a construção de conceitos de eletrostática, articulando saberes espontâneos dos alunos com o conhecimento formal da Física, mediado pelo professor em um ambiente de aprendizagem colaborativo e dinâmico.

2.2 Sequência didática aplicada ao ensino de física

A Sequência Didática (SD) é uma metodologia amplamente utilizada por professores no processo de ensino-aprendizagem em diversas áreas, sendo especialmente eficaz no ensino de Física. Sua principal característica é a flexibilidade, permitindo adaptações conforme a realidade pedagógica e estrutural das escolas. Para Zabala (1998), ela consiste em “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais”, com início e fim definidos, compreendidos por professores e alunos.

Zabala (1998) ressalta a importância de escolher cuidadosamente os instrumentos e atividades que compõem a SD, de modo a atingir os resultados desejados na aprendizagem. A proposta apresentada na pesquisa descreve uma SD ativa, como define Santana (2023), com o uso de tecnologias digitais e métodos como a sala de aula invertida, promovendo ensino individualizado. A metodologia também incorpora elementos apontados por Zabala, como a busca por informações, elaboração de conclusões, aplicação prática, exercícios, avaliações e generalizações, sempre alinhada à realidade dos alunos e com incentivo à autonomia, como no uso do Google Sala de Aula.

Além disso, Guimarães e Giordan (2011) afirmam que a SD é um importante mecanismo de socialização do conhecimento, tanto dentro da escola quanto em seu entorno. A perspectiva sociocultural, como a teoria da zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky, reforça a importância do diálogo e da contextualização no processo de ensino. Nesse contexto, o professor assume um papel central como mediador, planejando ações pedagógicas que promovam o desenvolvimento de habilidades, a resolução de problemas e a construção crítica e significativa do conhecimento pelos alunos.

2.3 O Google Classroom como ferramenta pedagógica no processo de ensino e aprendizagem de física

O Google Classroom é uma plataforma educacional lançada pelo Google em 12 de agosto de 2014, que visa oferecer suporte integral à aprendizagem por meio da gestão de conteúdos, distribuição de tarefas e avaliações online, acessíveis a qualquer hora por meio de dispositivos digitais como celulares, tablets e computadores Franco (2022). A ferramenta permite que os conteúdos disponibilizados pelos professores estejam acessíveis aos alunos 24 horas por dia, favorecendo a flexibilidade e a interação contínua entre discentes e docentes.

Adaptado ao cotidiano digital dos estudantes e professores, o Google Classroom funciona como um ambiente virtual dinâmico, motivando a aprendizagem por meio do uso de tecnologias como simuladores PhET, animações, vídeo aulas e textos motivadores. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o uso de estratégias tecnológicas no ensino das ciências, especialmente na Física, é fundamental, pois as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) já fazem parte da vivência dos alunos em uma sociedade altamente tecnológica.

Nesse contexto, o ensino precisa estar conectado à realidade do aluno. Conforme Moreira (2008), quando o novo conhecimento é apresentado sem ligação com o conhecimento prévio, ele é armazenado arbitrariamente, prejudicando a aprendizagem. Assim, é essencial que o professor busque estratégias que rompam com o modelo tradicional e individualizado de ensino, favorecendo práticas coletivas e mais atrativas, utilizando recursos digitais como aplicativos, vídeos e simuladores.

Contudo, como destacam Camargo e Daros (2018), o uso de tecnologias no ensino de Física deve ser feito com criatividade e adequação aos conteúdos propostos. Cabe ao professor selecionar as ferramentas digitais dentro de uma sequência didática ativa e bem planejada, de forma que promovam aprendizagens significativas. Dessa forma, a escola, ao integrar as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), contribui para a formação de cidadãos preparados para atuar em uma sociedade democrática, criativa, empática e reflexiva.

2.4 A experimentação no ensino de física

A experimentação é considerada essencial no ensino de Física por proporcionar aos alunos oportunidades de construção ativa do conhecimento, através do manuseio e observação de fenômenos, seja em laboratórios ou em sala de aula com orientação do professor. Araújo e Adib (2003) destacam que tais práticas estimulam a motivação, o interesse e a curiosidade dos discentes, permitindo a ligação entre teoria e prática por meio da ilustração, simulação e análise de fenômenos cotidianos.

A abordagem experimental está diretamente ligada à natureza empírica da Física e ao papel do conhecimento prévio dos alunos, que, aliado à mediação docente e à interação social, contribui significativamente para o desenvolvimento de habilidades e competências dentro da zona de desenvolvimento proximal. Segundo Moreira (1999), a experimentação favorece o elo entre os objetos do mundo físico e os conceitos científicos, com ênfase nos processos de construção do conhecimento.

Apesar da reconhecida importância da experimentação, sua aplicação nas aulas de Física enfrenta obstáculos como a falta de laboratórios, equipamentos adequados e formação docente. No entanto, esses desafios podem ser superados por meio de alternativas viáveis, como o uso de materiais alternativos e recursos digitais — vídeos, blogs e plataformas como o YouTube — para elaboração de experimentos demonstrativos, o que torna o ensino mais significativo e acessível, Araujo & Adib (2003).

Além disso, práticas experimentais incentivam o trabalho em equipe, promovem a interdisciplinaridade e fortalecem a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA). Como apontam Dornelles Filho (1996) e Bagnato & Marcarassa (2002), tais atividades estimulam a observação, análise, reflexão e formulação de hipóteses. Galianzi e Gonçalves (2004) também reforçam que a experimentação coletiva, orientada por questionamentos e registros, contribui para a construção colaborativa de conhecimento. Assim, o uso de experimentos com materiais simples, aliado à mediação ativa do professor, cria um ambiente propício à aprendizagem significativa e ao desenvolvimento de competências fundamentais.

3. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A sequência didática (SD) desenvolvida nesta proposta metodológica foi elaborada para ser aplicada a alunos do 2º ano do Ensino Médio da Educação Básica. Essa SD foi estruturada com base em princípios defendidos por Zabala (1998), como a busca e seleção de informações, proposição de problemas, aplicação prática, elaboração de conclusões, generalizações e avaliações, com o professor atuando como mediador da aprendizagem. A proposta também se fundamenta na teoria de aprendizagem de Vygotsky, sendo voltada ao ensino de conceitos fundamentais de eletrostática, buscando não apenas o domínio dos conteúdos, mas o desenvolvimento de habilidades críticas e reflexivas.

Para aplicação da SD, sugere-se oito aulas de 45 minutos, sendo a primeira aula, focada na busca e seleção de informações, deve-se começar com a apresentação da proposta, explicação de suas etapas. Em seguida, a aplicação de um questionário de sondagem com 12 perguntas objetivas (respostas SIM

ou NÃO), apêndice A, com o intuito de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre conceitos básicos de eletrostática, como cargas elétricas, quantização, o princípio de Du Fay e processos de eletrização no cotidiano. O questionário também permite conhecer aspectos como o interesse pela Física, hábitos de estudo e o uso de tecnologias digitais, sendo uma ferramenta essencial para compreender o perfil e as potencialidades dos discentes.

Na segunda aula, voltada à proposição de problemas, deve ser analisados os dados do questionário de sondagem e os alunos receberem orientações para criar contas no Gmail e instalar o Google *Classroom* em seus dispositivos eletrônicos. O objetivo é prepará-los para acessar a sala de aula digital, que funcionará como espaço para textos motivadores, animações, simuladores e vídeo aulas relacionados à eletrostática. No entanto, esses materiais só deveram ser disponibilizados, após sua elaboração com base nas respostas do questionário inicial. Ao final da aula, deve-se aplicar um novo questionário, apêndice B, com 4 perguntas objetivas (SIM ou NÃO) para avaliar a aprendizagem. Todos os alunos devem ter acesso à internet via Wi-Fi, e eventuais problemas de conexão devem ser solucionados. Também se faz necessário o reforço em relação a importância do uso dos dispositivos eletrônicos nas aulas futuras.

Ao professor, vale ressaltar que a sequência didática ativa a que se propõem esse produto necessita da criação de uma sala de aula virtual na Plataforma Google Sala de Aula. Dessa forma, para ter acesso a plataforma educacional, o docente precisará ter uma conta do Google, ou seja, um Gmail, e seguir os passos enumerados abaixo:

1 – Se estiver utilizando um computador, acessar o site em classroom.google.com ou, em caso de celulares e tablets com sistema Android, terá que acessar a loja do aplicativo Google *Play Store* e fazer Download do aplicativo. Para isso basta digitar na barra de busca do aplicativo *Play Store* “Google *classroom*” e clicar ou tocar no ícone “Instalar”.

2 – Se estiver utilizando computador, celulares e tablet, clique ou toque no botão “Ir para o Google Sala de Aula” e faça o login com sua conta Gmail.

3 – Se estiver usando um computador, clique no botão “Criar turma”. Se estiver usando um celular ou tablet clique no ícone “+” na parte inferior da tela e em seguida “Criar turma”.

4 – Se estiver usando computador, celular ou tablet, Inclua o nome e a descrição da turma e adicione os alunos. Para isso forneça aos alunos seu endereço de Email ou um código convite gerando na plataforma.

5 – Se estiver usando computador, celular e tablet, adicione tarefas, textos motivadores, vídeo aulas, animações e simuladores referentes ao conteúdo físico em estudo aos alunos. Vale lembrar que é possível enviar mensagens e conversas

em tempo real. Para postar materiais na plataforma Google Sala de Aula, basta seguir os passos:

1º Passo: Se estiver utilizando um computador, clique na guia “Tarefas” na barra de navegação do topo da página, caso esteja usando um celular ou tablet, toque no guia “Tarefas”

2º Passo: Se estiver utilizando um computador, clique no ícone “Criar tarefas” na parte superior da página, caso esteja usando um celular ou tablet, toque no ícone “Criar tarefas”.

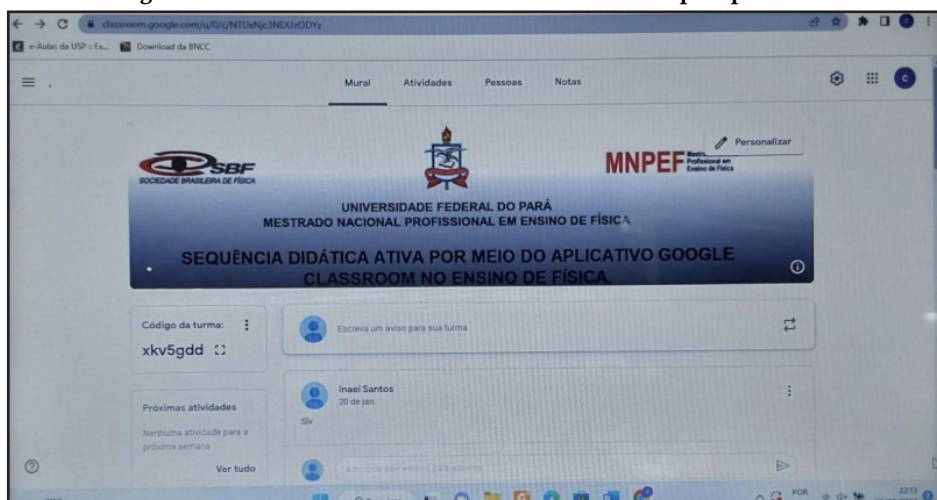
3º Passo: Se estiver utilizando um computador, celular ou tablete, insira um título e uma descrição para a tarefa. É possível, caso julgue necessário, adicionar uma data para entrega.

4º Passo: Se estiver utilizando um computador, celular ou tablet, adicione o material planejado, pode ser em forma de arquivo de própria autoria ou não do Google Drive (texto motivador, vídeo aula, guia experimental), um link de um simulador PHET ou conteúdos postados no YouTube. Para isso, basta clicar ou tocar no botão “Adicionar mais”.

5º Passo: Se estiver utilizando um computador, celular ou tablet, clique ou toque no botão “Postar” para tornar público tudo o que foi adicionado na plataforma a fim dos alunos terem acesso e poderem seguir a sequência didática planejada.

A figura 1 a seguir, apresenta a interface da sala de aula virtual <https://classroom.google.com/c/NTUxNjc3NDUzODYz?cjc=xkv5gdd>, visualizada pelo professor e pelo aluno, criada, na plataforma Google Sala de Aula, pelo autor idealizador desta proposta de ensino e a qual poderá servir de modelo para construção.

Figura 1: Interface da sala de aula virtual visualizada pelo professor.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Nas terceira, quarta, quinta e sexta aulas, voltadas à aplicação, exercitação e avaliação, respectivamente, os conteúdos abordados foram: carga elétrica (sala virtual - aula 3), quantização da carga (sala virtual - aula 4), princípio de Du Fay (sala virtual - aula 5), e processos de eletrização (sala virtual - aula 6). Todas as aulas devem ocorrer por meio do Google *Classroom*, com uma estrutura que inclui a seguinte etapa orientada pelo professor mediador: leitura de texto motivador, exibição de vídeo aula curta (até 6 minutos), uso do simulador PhET (nas aulas cinco e seis) e, por fim, a resolução individual de um Google Formulário com cinco questões objetivas.

As atividades devem ser realizadas individualmente para avaliar a aprendizagem dos alunos sem influência da interação social, embora mediações do professor devam ocorrer sempre que dúvidas forem surgindo e soluções solicitadas. Para assistir às vídeo aulas, os estudantes devem utilizar fones de ouvido ou manter o som dos dispositivos em volume adequado.

Na sétima aula, modelo disponível na sala virtual - aula 7, deve ser dedicada à elaboração de conclusões e generalização, os alunos devem ser organizados em grupos de até cinco integrantes para promover a troca de conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores, utilizando textos, vídeos, animações e simuladores. Essa etapa, deve ser marcada pela interação social, planejada dentro da zona de desenvolvimento proximal, conforme a teoria de Vygotsky. Sugere-se a apresentação de pelo menos três experimentos pelo professor, o guia de experimentos sugeridos está disponível na sala virtual – aula 7, relacionando os conteúdos à vivência cotidiana.

Ao final da aula, deve ser aplicado um questionário de avaliação da aprendizagem potencial, modelo disponível na sala virtual - aula 8, com base em questões sugeridas a aulas anteriores, com o objetivo de verificar se os conhecimentos adquiridos individualmente foram transformados em aprendizagem real por meio da interação coletiva e mediação docente. A aula pretende demonstrar a importância de práticas pedagógicas interativas, que contextualizem a Física no cotidiano dos alunos, promovendo uma aprendizagem significativa e reflexiva.

A oitava e última aula, deverá ser dedicada à avaliação, sugere-se a realização de uma discussão dialogada com os alunos objetivando consolidar os conceitos trabalhados ao longo da sequência didática, esclarecendo e atribuindo significados corretos aos signos aprendidos e aperfeiçoados durante as atividades.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caríssimo professor, caso desejar utilizar este produto educacional em sua prática docente, recomenda-se seguir uma abordagem estruturada, mas flexível, respeitando a realidade da escola e o perfil dos estudantes. A sequência didática aqui apresentada foi concebida para ser adaptável, tanto em ambientes com acesso à tecnologia quanto em contextos com recursos mais limitados. Seu ponto forte está justamente na capacidade de promover uma aprendizagem significativa, aproximando os conteúdos de Física — especialmente os conceitos de eletrostática — do cotidiano dos alunos, mesmo em cenários desafiadores como o das escolas públicas periféricas.

Antes da aplicação da sequência, é essencial realizar um diagnóstico da turma. Para isso, o Apêndice A oferece um questionário de sondagem de conhecimentos prévios como modelo, o qual auxilia na identificação do conhecimento real dos estudantes sobre eletrostática. As respostas obtidas devem orientar o professor na personalização dos materiais didáticos, alinhando-os às necessidades da turma.

Em seguida, caso a proposta seja aplicada com apoio de tecnologias digitais, como o Google *Classroom*, recomenda-se a utilização do Apêndice B, que contém um modelo de questionário de avaliação do nível de familiaridade dos alunos com a plataforma. Esse instrumento deve ser aplicado após uma breve oficina de instalação e orientação sobre o uso do aplicativo, garantindo que todos os alunos tenham condições de participar efetivamente das atividades online.

Durante a implementação da sequência didática, o professor pode optar por recursos digitais ou impressos, adaptando as atividades de acordo com a infraestrutura disponível. A experiência descrita possibilita que, mesmo com limitações, é possível alcançar bons resultados quando há planejamento, apoio institucional e intencionalidade pedagógica.

Por fim, este produto educacional não pretende ser uma fórmula rígida, mas sim um ponto de partida. Professores são encorajados a adaptá-lo, expandi-lo e ressignificá-lo conforme sua realidade, promovendo um ensino de Física mais ativo, inclusivo e conectado com o mundo dos alunos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.S.T.; ADIB, M.L.S. **“Atividades experimentais no ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades”**. In: Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 25, n. 02, pp. 176-194, jun. 2003.

BAGNATO, V.S. e MARCASSA, L.G. **Demonstrações da inércia através do bloco suspenso**. Revista Bras. Ens. Fís., v.19, n.3, p.291-313, 2002.

CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora [recurso eletrônico]: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado.** Porto Alegre: Penso, 2018. e-PUB.

DORNELLES FILHO, A. A. **Uma questão em hidrodinâmica.** Cad. Cat. Ens. Fís., v.13, n.1, p.76-79, 1996.

FRANCO, G. **Como usar o Google Classroom.** Uol. Disponível em: <<https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/como-usar-o-googleclassroom.htm>>. Acesso em: 15 out. 2022.

GALIAZZI, M.C.; GONÇALVES, F.P. **A natureza pedagógica da experimentação:** uma pesquisa na licenciatura em Química. Química Nova, v. 27, n 2, pp. 326-331, 2004.

GUIMARÃES, Y.A.F.; GIORDAN, M. **Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores.** In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências*, 2011, Anais... Campinas. Educação em Ciências. Campinas: USP, 2011. Disponível em: 121, http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0875-2.pdf. Acesso em: 06 mai. 2023.

MOREIRA, M.A. **Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa.** In: *Revista Chilena de Educación Científica*, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nr 2, 2008. p. 23-30. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/> Acesso em: 15 mai. 2022.

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

SANTANA, R.M. **SD - Sequência Didática Ativa - Referência para o uso da Sala de Aula Invertida.** Roraima: UERR, 2023. E-book.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo. Editora Martins Fontes. (2001).

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Reimpressão 2010. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE

Apêndice A - Questionário de conhecimento geral.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA ATIVA POR MEIO DO APLICATIVO GOOGLE CLASSROOM NO ENSINO DE FÍSICA.

AULA 1

QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO GERAL.

NOME DA ESCOLA: _____

NOME DO ALUNO (A): _____

SÉRIE: _____

E-MAIL: _____

01 VOCÊ GOSTA DE ESTUDAR A DISCIPLINA DE FÍSICA?

() SIM () NÃO

02 VOCÊ TEM ACESSO A CELULAR OU COMPUTADOR NA ESCOLA?

() SIM () NÃO

03 VOCÊ TEM ACESSO A INTERNET NA ESCOLA?

() SIM () NÃO

04 VOCÊ POSSUI UM GMAIL?

() SIM () NÃO

05 VOCÊ CONHECE A PLATAFORMA DO GOOGLE CHAMADA “GOOGLE SALA DE AULA”?

() SIM () NÃO

06 VOCÊ POSSUI O HÁBITO DE ESTUDAR SOZINHO?

() SIM () NÃO

07 VOCÊ CONSEGUE ESTUDAR EM GRUPO?

() SIM () NÃO

08 DE QUE FORMA VOCÊ ACREDITA QUE APRENDERIA MELHOR?

() SOZINHO () EM GRUPO

09 VOCÊ ACREDITA QUE AULAS MAIS DINÂMICAS, COM RECURSOS DIGITAIS E EXPERIMENTAÇÃO, FACILITARIAM SEU APRENDIZADO?

() SIM () NÃO

10 VOCÊ SABE O QUE É CARGA ELÉTRICA?

() SIM () NÃO

11 VOCÊ SABE EXPLICAR COMO SÃO FORMADOS OS RAIOS E RELÂMPAGOS?

() SIM () NÃO

12 VOCÊ SABE EXPLICAR POR QUE EM DIAS SECOS RECEBEMOS “UM CHOQUE” AO TOCAR EM OBJETOS METÁLICOS?

() SIM () NÃO

Fonte: Realizado pelo autor (2023)

Apêndice B: Questionário sobre o nível de manuseio do aplicativo Google *Classroom*.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA ATIVA POR MEIO DO APLICATIVO GOOGLE
CLASSROOM NO ENSINO DE FÍSICA.**

AULA 2

**QUESTIONÁRIO SOBRE NÍVEL DE MANUSEIO DO APLICATIVO GOOGLE
CLASSROOM (GOOGLE SALA DE AULA).**

NOME DA ESCOLA: _____

NOME DO ALUNO (A): _____

SÉRIE: _____

E-MAIL: _____

01 VOCÊ CONSEGUIU ACESSO A PLATAFORMA “GOOGLE SALA DE AULA?”

() SIM () NÃO

02 VOCÊ COMPREENDEU COMO UTILIZAR A PLATAFORMA “GOOGLE SALA DE AULA”?

() SIM () NÃO

03 VOCÊ TEVE MUITA DIFICULDADE NO ACESSO A PLATAFORMA “GOOGLE SALA DE AULA”?

() SIM () NÃO

04 VOCÊ TEVE MUITA DIFICULDADE NA UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA “GOOGLE SALA DE AULA”?

() SIM () NÃO

Fonte: Realizado pelo autor (2023)

USO DO APLICATIVO KAHOOT EM SMARTPHONE E TABLET: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA

José Gilberto Da Conceição Lira Junior¹

Rubens Silva²

APRESENTAÇÃO

O produto educacional aqui desenvolvido é fruto de experiências em sala de aula, pesquisas e atividades realizadas pelo professor e seus alunos, contudo, além ser uma ferramenta de apoio ao ensino da eletrodinâmica é um recorte da dissertação apresentada ao programa de pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF – UFPA) e da Sociedade Brasileira de Física (SBF).

Esse produto tem como objetivo auxiliar o professor a criar um ambiente de aprendizagem mais dinâmico no qual ele possa conciliar em sala de aula o acesso ao conhecimento e o lúdico. Nesse produto foram abordados os conteúdos: corrente elétrica, potência elétrica e energia elétrica referentes ao terceiro ano do ensino médio, porém, através da ferramenta utilizada o professor pode abordar conteúdos de Física diferentes, o que torna esse produto bem mais dinâmico. Dentro desse produto o professor terá acesso as ferramentas necessárias para desenvolver outras aplicações.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente é perceptível o desinteresse por grande parte dos alunos em relação à forma como o conteúdo é transmitido ou repassado durante as aulas. Geralmente esses conteúdos são levados aos alunos através de uma aula tradicional na qual o professor se utiliza de uma aula oral expositiva e com o uso dos recursos habituais como o quadro branco e um material didático (livro

1 Mestrado em Ensino de Física. Especialização em Física Contemporânea e Professor da SEDUC-PA - Município de Bragança.

2 Doutorado em Física da Matéria Condensada, Mestrado em Matéria Condensada, Professor Associado da UFPA, Docente do MNPEF – Polo 37.

ou apostila) que foi previamente selecionado pelo professor ou que faz parte dos recursos didáticos da escola. No ensino de física isso desfavorece o interesse do aluno pelo que está sendo ministrado, pois na maioria das vezes o professor quer que o aluno memorize fórmulas ou conceitos através da simples repetição de exercícios o que não estimula no aluno uma aprendizagem. Dentro desse pensamento Leão (1996) nos diz que:

A escola tradicional sofreu diversas transformações ao longo do tempo, mas continua prevalecendo o caráter cumulativo do conhecimento, o qual deve ser passivamente assimilado pelo estudante. Nesse sentido, essa escola se coloca em oposição ao desenvolvimento do verdadeiro espírito científico.

Ainda de acordo com Bachelard (1996) o espírito científico é movido pela problematização, pelo questionamento. Sendo assim a transmissão e memorização mecânica de conteúdos e as práticas pedagógicas fortemente centradas no livro didático acabam por limitar a perspectiva da formação de um espírito científico em nossos estudantes.

Dessa maneira é preciso então implementar o uso de atividades lúdicas que possam contribuir para o processo de ensino aprendizagem não permitindo que ele tenha um caráter mecânico, mas que possa tornar o aluno um agente participativo desse processo ensino aprendizagem. Inicialmente, Marinho et al. (2007, p.84) considera que:

A ludicidade deve ser um dos eixos norteadores do processo ensino aprendizagem, pois possibilita a organização dos diferentes conhecimentos numa abordagem metodológica com a utilização de estratégias desafiadoras. Assim, a criança fica mais motivada para aprender, pois tem mais prazer em descobrir e o aprendizado é permeado por um desafio constante.

É importante destacar que a ludicidade não deve ser vista apenas como uma maneira de se passar tempo, mas perceber que a sua função está além dessa visão, ou seja, que o uso do lúdico auxilia de forma direta na construção do saber. Baseado nessa percepção é necessário que se estimule mais o uso de práticas pedagógicas inovadoras que despertem nos alunos o interesse pelo conteúdo ministrado. Dentre as várias práticas pedagógicas disponíveis podemos utilizar os jogos como ferramenta de estímulo. Isto é:

O lúdico pode ser utilizado como promotor da aprendizagem, nas práticas escolares, possibilitando a aproximação dos alunos com o conhecimento. Porém, devem ter sempre claros os objetivos que se pretende atingir com a atividade lúdica que vai ser utilizada, deve-se respeitar o nível de desenvolvimento em que o aluno se encontra e o tempo de duração da atividade (Soares et al. 2014, p.87).

O lúdico conecta aprendizes e mestre, promovendo na escola uma aprendizagem que vai além do ensino mecânico. Porém cabe ao professor observar a possibilidade de inserção de um jogo que esteja relacionado com o conteúdo a ser ensinado e não se pode tornar regra o uso da ludicidade em todas as aulas para não correr o risco de tornar o lúdico algo tradicional. Dessa forma o professor dentro do seu planejamento irá verificar a que tempo utilizar o jogo na aprendizagem dos seus alunos. Ferrari, Savenhago e Trevisol (2014, p.15) acrescentam que:

O lúdico proporciona à criança seu desenvolvimento físico, cognitivo, afetivo, social e moral. No brincar, a criança desenvolve sua personalidade, sua imaginação, sua autonomia. No jogar, a criança aprende a respeitar regras, condição essencial para uma vida em sociedade.

É necessário que o professor perceba as necessidades, facilidades e dificuldades do processo de aprendizagem do aluno, para que o educador possa elaborar uma atividade lúdica atraente e que o aluno a entenda no primeiro momento como uma diversão. No entanto, é preciso explicar para o mesmo a finalidade dessa atividade de maneira a incentivar a atenção durante a aplicação da brincadeira / jogo, deixar claro a relação com a sua disciplina para que o foco não seja perdido e o jogo passe a ter apenas um caráter de descontração. É importante destacar que nesse sentido o jogo durante muito tempo não foi visto como um elemento didático, pois como a ideia de jogar está ligada ao prazer, ele foi visto com pouca importância para a formação do aluno (Campos; Bartoloto; Felício, 2008).

Entretanto, transpassar os métodos cotidianos e mecanizados é um fator fundamental, pois com a dinâmica aplicada através do ensino lúdico é notória a maior facilidade dos alunos na aprendizagem dos conteúdos. Dessa maneira recorremos a Pereira (2012, p. 8) *apud* Rosa (2015) para podermos entender como o lúdico está presente na atualidade de forma mais incisiva, sendo visto como um elemento de grande positividade. Sendo avaliado pela autora que:

O jogo didático possibilita essa prática em todas as áreas e ensino, no entanto esse jogo deve ter caráter pedagógico. Sua utilização deve ser bem direcionada, regras devem ser colocadas antes do início do jogo e deve ser clara sua utilização. A utilização de diferentes metodologias não é boa apenas para os alunos, mas sim para satisfazer os professores. A partir do momento que estes veem resultados em seu trabalho se sentem mais satisfeitos ao realizarem aulas cada vez melhores.

De maneira mais resumida, Kraemer (2007, p.6) avalia que “as atividades lúdicas têm um papel muito importante na aprendizagem de alunos de todas as séries e níveis, fazendo do aprendizado um momento agradável e prazeroso”.

De acordo com as arguições expostas podemos concluir que o uso da ludicidade na sala de aula é um processo positivo para a aprendizagem que

inclui nesse espaço formas inovadoras desse descobrir ou redescobrir o conteúdo abordado. Sendo assim não teremos apenas o brincar por brincar, mas sim uma nova maneira de enxergarmos o lúdico.

De acordo com Boésio, (2008) *apud* Rosa (2015) a sala de aula se constitui como um espaço ímpar para se oportunizar a aprendizagem, dessa maneira é primordial destacar que a promoção de uma cultura lúdica nesse espaço é de extrema importância para que se tenha um processo global de ensino aprendizagem. Tendo em vista a procurando entender a relação do lúdico com o espaço de aprendizagem acabamos por observar que esse processo gera uma integração vitoriosa para a aprendizagem.

DETALHAMENTO DO PRODUTO

Ao longo dos anos como professores de física verificamos que os alunos do terceiro ano tem muitas dificuldades em relação ao conteúdo de eletricidade dentre outros, porém a eletrodinâmica em especial chamou a atenção pela grande recorrência em provas de vestibulares. Ao conhecer o kahoot em um treinamento de uma escola da rede privada, originou-se a motivação de fazer uso dessa ferramenta dentro de uma sequência didática, como forma de melhorar aprendizado dos alunos.

A proposta pode ser uma maneira de estimular os alunos a terem mais interesse pelos conteúdos de física, além de ser uma ferramenta que promove uma maior interação entre os alunos e entre eles e o professor. E por fim é importante tornamos o aprendizado mais dinâmico, uma vez que a escola deve acompanhar a inovações que ocorrem no mundo exterior.

A elaboração de uma sequência didática sobre os conceitos de eletrodinâmica com a inclusão de um aplicativo (kahoot), se consolidou após a realização de um evento educacional, voltado as novas práticas pedagógicas, realizado em uma escola privada patrocinado por um sistema de ensino particular, o que possibilitou o treinamento ao grupo de professores participantes o conhecimento desta importante ferramenta educacional.

Após a capacitação dos professores nessa ferramenta foi possível realizar a aplicação nas turmas, onde abordou-se diversos conteúdos, tendo obtido assim mais conhecimento e experiência. Isso possibilitou a elaboração de uma sequência didática abordando os seguintes conceitos: eletrodinâmica: corrente elétrica, potência e energia elétrica. A aplicação foi realizada com uma turma do 3º ano do ensino médio uma escola pública localizada no município de Bragança no Estado do Pará, após o professor criar a conta no aplicativo kahoot (orientações no Apêndice).

A sequência didática está planejada em 8 (oito) horas-aulas ou, podendo corresponder também a 4 (quatro) encontros de duas horas cada, onde esses encontros podem ser divididos da seguinte maneira:

1º Momento: Apresentação da proposta, explicação das atividades a serem realizadas e ministração do conteúdo.

2º Momento: aplicação e correção do pré-teste.

3º Momento: aplicação da atividade lúdica (kahoot).

4º Momento: aplicação de um pós-teste para verificação dos resultados.

A seguir temos o quadro descritivo com as etapas e cronograma de aplicação .

Quadro 1. Organização da sequência didática.

Encontros	Atividades executadas interno e externo ao ambiente escolar.	Tempo de execução (em minutos)
1º Momento	- Proposta e explicação da sequência didática e dinâmica do aplicativo kahoot aos alunos. --Divisão previa dos alunos em grupos e abordagem dos conteúdos de eletrodinâmica (corrente elétrica, potência e energia elétrica) a serem utilizados durante a aplicação do kahoot.	90
2º Momento	- Aplicação de um pré-teste para verificar o desempenho dos alunos a respeito dos conteúdos anteriormente ministrados e correção das questões.	90
3º Momento	- Explicação de como os alunos irão acessar e usar o aplicativo kahoot em seus smartphones. -Aplicação da atividade kahoot (https://create.kahoot.it/) como 8 (oito) questões objetivas referentes ao conteúdo previamente ministrados.	90
4º Momento	- Aplicação de um pós-teste para verificar se houve melhora no aprendizado dos alunos após a aplicação do kahoot e correção do pós-teste.	90

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como ideia central elaborar uma metodologia de ensino através do lúdico que se torna o ato de aprender em um momento prazeroso, que busca desenvolver nos alunos um maior interesse em relação aos conteúdos de física motivando assim a aprendizagem. Essa metodologia foi elaborada depois de se observar que os alunos não estão motivados durante uma aula expositiva e tradicional.

Independente de novas práticas pedagógicas pode-se concluir que a aula tradicional, ainda nos dias de hoje, se mostra muito utilizada pelos profissionais da educação, no entanto ela não é um método totalmente ineficiente. Acredita-se que o

principal objetivo desse trabalho com a criação de uma sequência didática, que teve como elemento lúdico o uso do aplicativo kahoot, mostrou-se muito motivadora para o aprendizado dos conteúdos abordados. É importante destacar que nessa metodologia foi estimulado o aprendizado através da interação social. O aprender como o outro mostrou-se como uma forma de aprendizagem muito eficaz.

Ao se observar os alunos durante a aplicação dessa proposta percebeu-se uma boa aceitação da mesma e uma participação mais ativa dos mesmos. O uso do lúdico promoveu o desenvolvimento de várias habilidades. Conforme explicita Wang (2015) e Guimarães (2015), o Kahoot poderá promover o desenvolvimento de várias habilidades, bem como oferecer vantagens e oportunidades aos professores. Desta forma verificou-se neste trabalho que:

a) Houve um aumento da motivação: ao introduzir novos elementos em sala de aula, em especial os ligados à tecnologia, os alunos mostraram-se mais curiosos e empenhados. Esses estímulos podem se converter em motivação para a aprendizagem, pois com o uso do aplicativo criou-se um ambiente saudável de competição em busca da aprendizagem;

b) Possibilitou a melhoria do raciocínio: o uso do “quis” faz uma pontuação diferenciada (mais elevada) para os alunos que respondem mais rápido e corretamente. Dessa maneira, exigiu-se um raciocínio rápido para que mantenham entre os melhores;

c) Observou-se a melhoria na concentração das aulas: quando o professor comunicou aos alunos que faria uma avaliação da aprendizagem com uso do Kahoot ao final da aula, os alunos prestaram mais atenção aos conteúdos, pois precisaram se apropriar das informações socializadas durante a aula para participarem de forma mais ativa e qualitativa no momento do game;

d) Permitiu a inversão de papéis: o professor poderá solicitar aos alunos, individualmente ou em grupo, que elaborem perguntas de escolha múltipla para o Kahoot. Isso possibilitou o desenvolvimento da aprendizagem de maneira diferenciada, pois deixam a posição de aluno e tornam-se ‘professores’, já que precisam pensar em questões a serem implementadas para outros alunos;

e) Favoreceu o trabalho colaborativo: o Kahoot permitiu que o professor utilize o questionário de maneira individual ou coletiva, ou seja, caso o game seja realizado numa turma, onde nem todos os elementos possuam dispositivos móveis, o professor poderá criar grupos de trabalho, colocando maior complexidade nas questões e aumentando o tempo de resposta. Assim, os alunos terão maior tempo para responder cada questão;

f) Utilizou-se as TICs em sala de aula: muitos são os críticos em relação à introdução das tecnologias móveis em sala de aula, no entanto, ao se utilizar

o Kahoot, conseguiu-se provar que o celular pode se converter numa forma positiva de integração;

g) **A realização da avaliação da aprendizagem em tempo real:** variar as técnicas de avaliação poderá se converter numa maneira de incluir as várias habilidades dos alunos (falar, escrever, interpretar, desenhar, apontar etc.).

Essa sequência com o aplicativo Kahoot, utilizada neste produto educacional como ferramenta de avaliação favoreceu tanto aos alunos, pois, os mesmos se sentiram mais animados com essa proposta pedagógica, facilitando a atividade do professor, considerando que ao final das questões foi possível obter um relatório eletrônico com as notas de cada aluno, assim como o desempenho geral da turma apresentou melhoras. Isso permitiu um feedback sobre o processo de ensino e aprendizagem e intervenção imediata sobre a turma ou grupo de alunos que tenham obtido resultados insatisfatórios.

Por fim os resultados apresentados, tanto do questionário avaliador como o de satisfação, levaram-nos a acreditar que a ferramenta utilizada (aplicativo Kahoot) serviu de aporte diferencial na aula tradicional desenvolvida. Desta forma verificou-se que a figura do professor, a motivação do aluno, as mudanças das notas de avaliação, a satisfação dos estudantes sofreu impactos significantes, sem sequer tornar mais ou menos importante a presença de cada elemento no processo de ensino aprendizagem, conforme explicitado nos objetivos e justificativas da proposta metodológica.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A Filosofia do Não**. Lisboa: Editora Presença, 1996.

CAMPOS, L.M.L; BORTOLOTO, T.M.; FELICIO, A.K.C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia:** uma proposta para favorecer a aprendizagem. 2008. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em jun./2018.

FERRARI, K. P. G.; SAVENHAGO, S. D.; TREVISOL, M. T. C. **A contribuição da ludicidade na aprendizagem e no desenvolvimento da criança na educação infantil**. Unoesc & Ciência – ACHS, Joaçaba, v. 5, n. 1, p. 17-22, 2018.

KRAEMER, M. L. **Lendo, brincando e aprendendo**. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

LEÃO, D. M. M. **Paradigmas contemporâneos de educação:** escola tradicional e escola construtivista. 1999, 20 folhas. Artigo – Universidade Federal do Ceará, UFC – CE, julho – 1999.

MARINHO, H. R. B. *et al.* **Pedagogia do movimento: universo lúdico e psicomotricidade**. 2.ed. – Curitiba: Ipbex, 2007.

PEREIRA, J. A. **Introdução ao lúdico como recurso didático no ensino de ciências biológicas EJA**. 2012. Disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/educacao/artigos/20135/introducao-do-ludicocomo-recurso-didatico-no-ensino-de-ciencias-biologicas-eja#!8> Acesso em: nov/18.

ROSA, S. V. R. **Ludicidade no ensino de ciências**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro faculdade de formação de professores departamento de educação curso de pedagogia. São Gonçalo 2015. P. 39. Monografia (Graduação em pedagogia). Disponível em: Acesso em agosto de 2019.

SOARES, M. C. et al. **O ensino de ciências por meio da ludicidade**: alternativas pedagógicas para uma prática interdisciplinar. Revista Ciências & Ideias VOL. 5, -2014.

WANG, A. I. **The wear out effect of a game-based student response system**. Computers in Education, 82, 217-227. 2015.

APÊNDICE

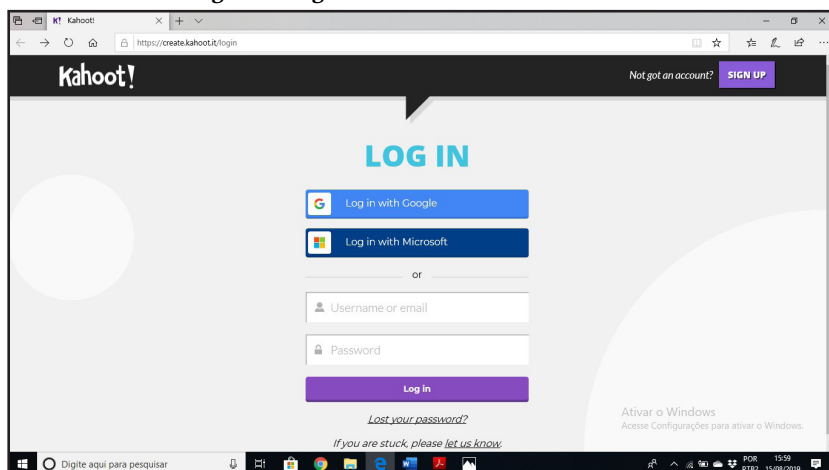
Criando uma conta no aplicativo kahoot.

O aplicativo kahoot está disponível na internet e pode ser facilmente localizado através do buscador *google* digitando o termo “*kahoot.It professor*” ou inserindo diretamente na barra de navegação o endereço: <https://create.kahoot.it/>.

Para elaborar a atividade o professor deverá inicialmente criar a sua conta na plataforma do kahoot, seguindo os seguintes passos:

01). Acesse a página do kahoot em: <https://create.kahoot.it/>. Ao acessar aparecerá a seguinte imagem, conforme a figura 1.

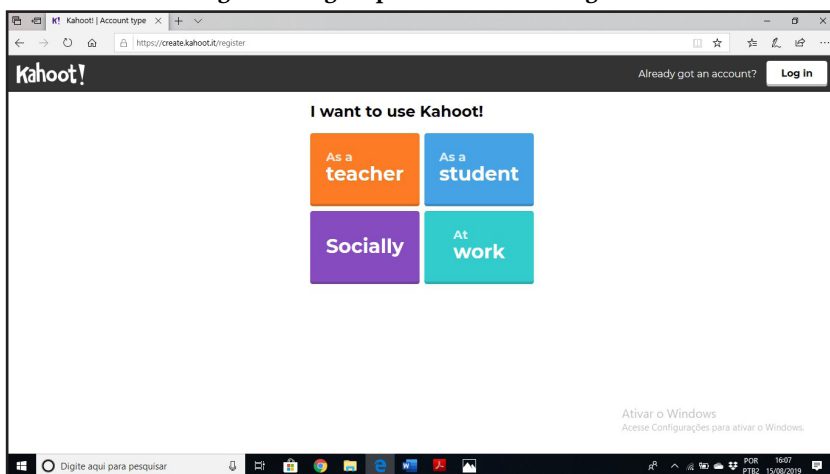
Figura1: Página de acesso ao site do kahoot.



Fonte: <https://kahoot.com/>

02) Após isso deverá criar a sua conta clicando no ícone localizado no canto superior direito: *sign up* onde será direcionado para a página conforme a figura 2.

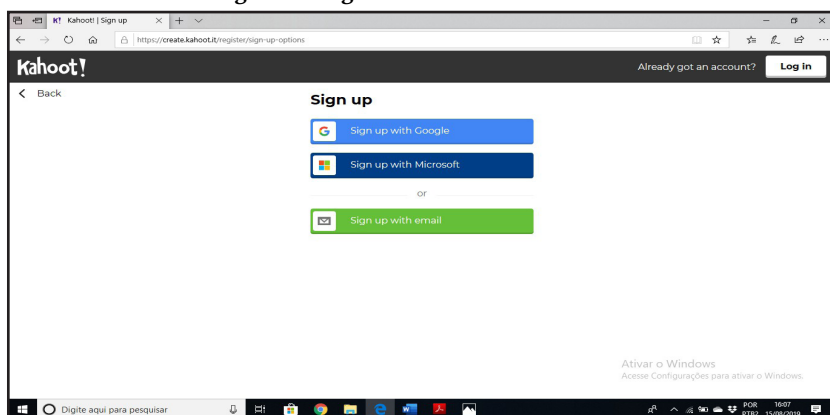
Figura 2: Página para escolha da categoria.



Fonte: <https://kahoot.com/>

03). Após escolher a categoria “as a teacher” o professor será direcionado para a página onde irá escolher a forma de se conectar, conforme mostrado na figura 3.

Figura 3: Página de escolha de conexão.



Fonte: <https://kahoot.com/>

Observe que na página há três opções para se conectar. Sendo uma através da sua conta no *google*, outra através da conta no Microsoft e a outra através da sua conta de e-mail.

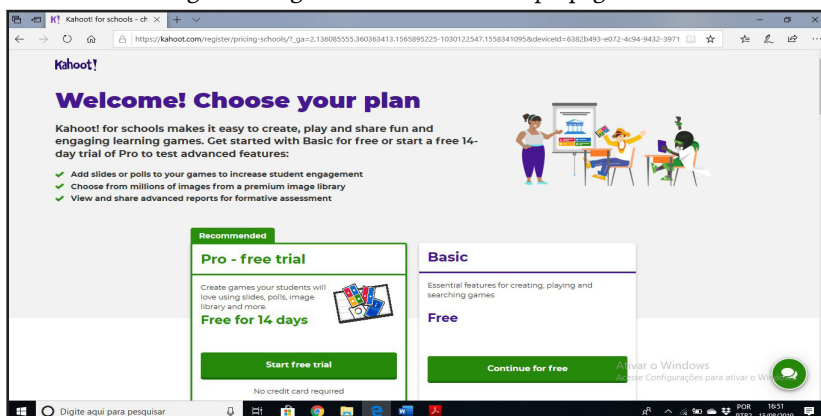
04) Após clicar na opção de conexão uma nova página aparecerá conforme a figura 4. Nessa página devem ser colocados dados como: nome de usuário e-mail e senha. Além de aceitar os termos de uso do kahoot.

Figura 4: Página para preenchimento de dados.

Fonte: <https://kahoot.com/>

Após preencher os dados, basta clicar no ícone em azul “join kahoot” e será direcionado para a página do kahoot, conforme a figura 27. Nessa página aparecerá a opção de escolher versões pagas do kahoot, mas caso não deseje essas opções é só clicar no ícone da versão “basic” e continuar na versão grátis.

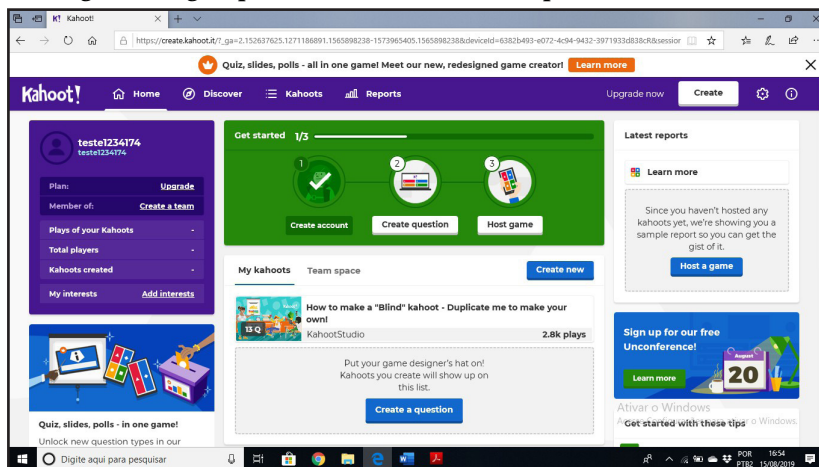
Figura 5: Página inicial do kahoot e propagandas.



Fonte: <https://kahoot.com/>

5) Após clicar na versão básica a pessoa será direcionada para a sua página principal dentro do kahoot, conforme a figura 6.

Figura 6: Página pessoal do usuário dentro da plataforma do kahoot.



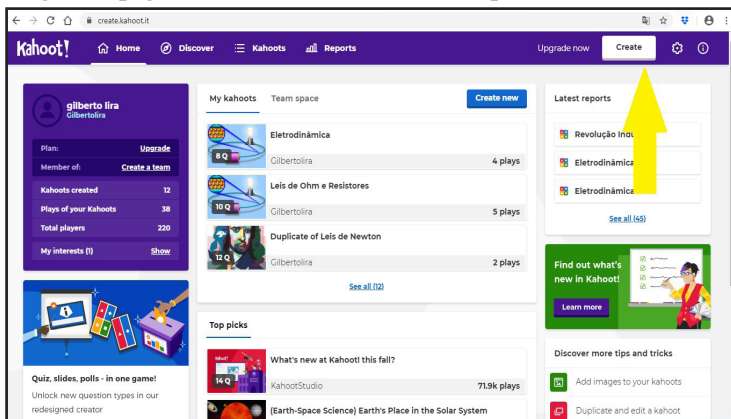
Fonte: <https://kahoot.com/>

Dentro dessa página o usuário terá acesso as ferramentas para criação das atividades, além de poder fazer duplicadas de atividades criadas por outros usuários do kahoot.

Criando uma atividade educacional na plataforma do kahoot.

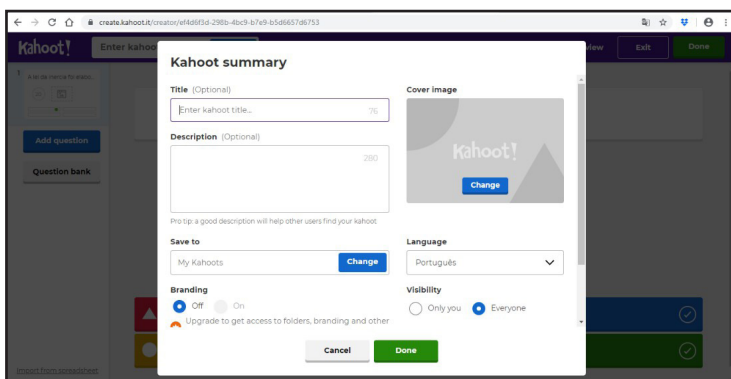
Abordaremos aqui como elaborar uma atividade dentro do aplicativo kahoot. Uma vez tendo acessado a plataforma kahoot o professor poderá criar a sua própria atividade seguindo alguns passos que serão demonstrados nesse trabalho.

Passo 1: Acessar a página do kahoot e clicar na opção **creat** localizada na barra superior no canto direito. Após esse procedimento será aberta a página para a criação da atividade.

Figura 7: página inicial do usuário dentro da plataforma do kahoot.

Fonte: <https://create.kahoot.it/>

Passo 2: Após ter acesso a página de criação da atividade será possível criar a primeira questão. Um espaço localizado na barra superior a esquerda onde o usuário criará um título para a sua atividade. Além de escolher a linguagem a ser utilizada e quem poderá ter acesso a sua atividade, nesse caso as duas opções são: o próprio usuário ou todos. Nessa mesma página poderá ser adicionada uma descrição dessa atividade, onde poderá ser digitado os conteúdos presentes nela ou qualquer informação que o usuário achar relevante.

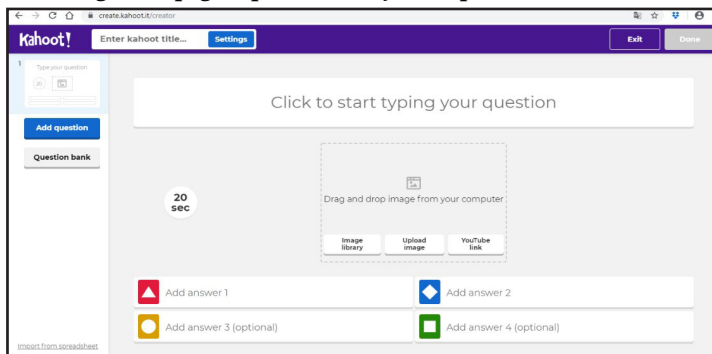
Figura 8: Página para configurações da atividade do kahoot.

Fonte: <https://create.kahoot.it/>

Passo 3: após feita a configuração o usuário retorna para a página de criação da questão. Haverá um balão para ser digitada a questão e quatro outros balões onde serão digitadas as respostas. É importante destacar que a página do kahoot está em língua inglesa, porém não é necessário que se faça a tradução da página para se digitar a pergunta e as respostas. Pois ao digitar já sairá em língua

portuguesa. Foi percebido que ao ser traduzir a página acaba ocorrendo um erro ao digitar as palavras em português. Portanto, é mais adequado manter a página do kahoot na língua inglesa.

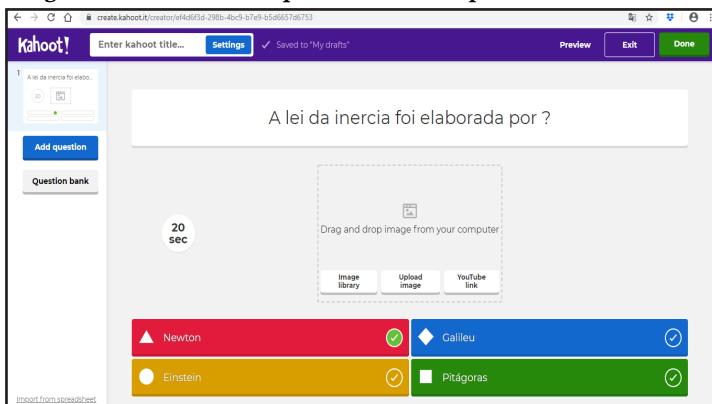
Figura 9: página para elaboração de questão do kahoot.



Fonte: <https://create.kahoot.it/criador>

Passo 4: após digitar a pergunta e as respostas, é importante salientar que existe um determinado número de caracteres a serem utilizados na elaboração das perguntas e respostas, é necessário selecionar a alternativa correta e o tempo dado para se responder à questão. Esse tempo pode variar de cinco segundos a 240 segundos. O professor deverá escolher o tempo de acordo com o nível de dificuldade de cada questão. É necessário ter uma boa percepção do conhecimento do aluno a respeito do conteúdo abordado na atividade e dessa maneira poder escolher o tempo mais adequado para a resolução de cada questão. As questões que venham a envolver cálculo certamente necessitam de um tempo maior para a sua resolução, enquanto as questões sem cálculo geralmente demandam um tempo menor.

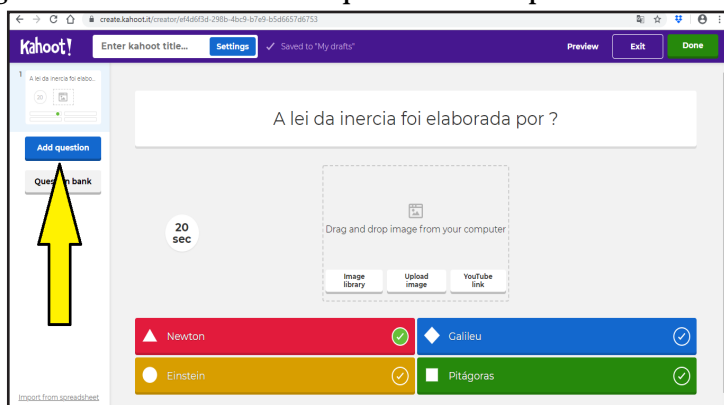
Figura 10: concluindo a questão dentro da plataforma do kahoot.



Fonte: <https://create.kahoot.it/criador/>

Passo 5: Com a pergunta elaborada, as alternativas preenchidas e a alternativa correta selecionada o professor se assim quiser poderá elaborar outras questões ao clicar no ícone **add question**, localizado na barra vertical ao lado esquerdo. É possível ainda que o professor adicione uma imagem a questão ou até mesmo um pequeno vídeo que poderá ser adicionado através de um link da página youtube. E que ficará localizada na parte central da tela.

Figura 11: Adicionando uma nova questão dentro da plataforma do kahoot.



Fonte: <https://create.kahoot.it/creator/>

O usuário também poderá pesquisar dentro da plataforma kahoot questões já elaboradas de acordo com o conteúdo desejado.

Passo 6: Após criar o número de questões desejadas o usuário irá clicar no ícone **done**, localizado na barra superior a direita. Após clicar nesse ícone a sua atividade será salva na página do usuário. Caso seja necessário o usuário poderá editar a sua atividade a qualquer momento.

É importante salientar que na opção grátis do kahoot podem aparecer algumas propagandas do próprio kahoot, mas basta fechar e continuar com a criação da atividade.

O professor poderá criar as mais diversas atividades que podem ser jogadas individualmente ou em grupo e com isso contribuir para a aprendizagem dos seus alunos com essa ferramenta de ludicidade.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Abordagem 7, 15, 32, 33, 48, 50, 51, 52, 59, 60, 61, 70, 77, 83, 88, 113, 117, 129, 130, 131, 135, 136, 142, 144, 145, 155, 157, 159, 161, 165, 170, 173
- Água 31, 33, 39, 40, 46, 64, 92, 93, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 107, 109, 110, 114, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 136, 138, 139, 140, 141
- Alunos 7, 11, 12, 15, 16, 17, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 100, 111, 113, 115, 116, 121, 122, 128, 129, 130, 131, 133, 135, 136, 138, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 153, 154, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 182
- Aplicação 13, 14, 15, 16, 20, 21, 31, 32, 41, 42, 48, 49, 50, 52, 53, 55, 57, 60, 67, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 79, 83, 84, 85, 91, 92, 94, 111, 112, 113, 116, 125, 126, 128, 134, 141, 145, 152, 156, 159, 161, 164, 165, 171, 172, 173, 174
- Aprendizado 49, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 82, 84, 90, 135, 142, 147, 166, 170, 171, 172, 173, 174
- Aprendizagem 7, 8, 9, 14, 15, 36, 41, 42, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 69, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 90, 92, 94, 95, 111, 112, 115, 116, 128, 129, 130, 132, 133, 135, 136, 137, 142, 143, 144, 145, 147, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 164, 165, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 182
- Aula 8, 13, 16, 18, 19, 31, 34, 35, 36, 41, 42, 49, 51, 52, 57, 58, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 89, 91, 92, 93, 96, 111, 112, 113, 117, 128, 143, 144, 145, 146, 147, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 169, 171, 172, 173, 174, 175
- Aulas 19, 31, 34, 35, 37, 48, 53, 67, 68, 69, 71, 76, 77, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 91, 94, 111, 131, 140, 144, 145, 155, 157, 160, 161, 162, 164, 169, 171, 173, 174
- Autonomia 7, 51, 55, 57, 59, 116, 136, 137, 144, 155, 159, 171
- Avaliação 16, 34, 41, 49, 50, 55, 56, 58, 59, 61, 77, 90, 130, 132, 144, 164, 165, 174, 175

C

- Calor 81, 91, 92, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 147, 155
- Ciência 9, 21, 32, 34, 35, 36, 42, 50, 53, 60, 116, 129, 146, 156, 161
- Ciências 9, 11, 13, 15, 31, 34, 42, 43, 62, 81, 96, 117, 128, 137, 155, 156, 166, 176
- Científica 8, 19, 32, 34, 36, 37, 43, 59, 64, 94, 111, 112, 116, 122, 129, 142, 146, 155

Científico 7, 9, 32, 34, 42, 115, 116, 130, 133, 142, 144, 145, 146, 147, 159, 170
 Científicos 7, 15, 21, 32, 34, 42, 48, 49, 81, 111, 131, 144, 158, 161
 Competências 8, 13, 21, 34, 48, 61, 68, 136, 144, 155, 157, 161
 Conceito 21, 31, 33, 43, 51, 55, 84, 88, 102, 138, 139, 143, 146, 147, 156
 Conceitos 2, 7, 19, 21, 31, 34, 42, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 60, 63, 64, 68,
 70, 78, 79, 81, 83, 84, 91, 92, 94, 111, 112, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134,
 135, 136, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 147, 154, 155, 157, 158, 159, 161,
 162, 164, 165, 170, 172
 Corpo 11, 81, 94, 101, 102, 104, 106, 109, 134, 140, 145, 150, 151
 Cotidiano 7, 8, 9, 15, 33, 35, 37, 42, 57, 81, 92, 93, 113, 133, 137, 139, 145, 147,
 148, 155, 156, 160, 162, 164, 165

D

Deficiência 66, 67, 68, 69, 70, 77, 78, 79
 Didática 20, 32, 50, 54, 71, 130, 144, 145, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165,
 172, 173, 174
 Didático 54, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 79, 111, 112, 125, 128, 130, 133,
 135, 169, 170, 171, 176
 Disciplina 7, 8, 12, 13, 14, 16, 21, 48, 78, 134, 154, 171
 Discussão 19, 34, 35, 38, 40, 58, 60, 87, 92, 93, 131, 136, 144, 156, 164

E

Energia 13, 19, 22, 33, 53, 64, 91, 92, 97, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107,
 108, 125, 126, 127, 133, 138, 169, 172, 173
 Ensino 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 18, 21, 22, 31, 32, 33, 35, 36, 41, 42, 48, 49, 50, 54,
 56, 57, 58, 61, 66, 67, 68, 69, 70, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 85, 90, 92, 94, 95,
 111, 112, 113, 116, 117, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 136, 141, 142, 143,
 144, 145, 147, 153, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 163, 165, 166, 169,
 170, 171, 172, 173, 175, 176
 Estudantes 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 33, 34, 36, 38, 42, 48, 50, 51, 53,
 61, 67, 69, 77, 78, 85, 111, 112, 113, 115, 116, 128, 129, 130, 131, 132, 133,
 134, 135, 136, 145, 146, 152, 155, 157, 160, 164, 165, 170, 175
 Experimentais 36, 39, 51, 52, 92, 111, 112, 115, 116, 117, 122, 136, 140, 146, 161, 165
 Experimento 39, 40, 65, 76, 91, 92, 93, 99, 109, 152, 153

F

Fenômeno 33, 35, 42, 51, 58, 60, 102, 122, 142, 145, 147, 148, 149, 156
 Fenômenos 15, 32, 33, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 64, 70, 81, 92, 94, 112, 115, 116,
 134, 136, 137, 160
 Física 1, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 21, 22, 31, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56,
 57, 59, 60, 61, 62, 66, 67, 68, 69, 70, 77, 78, 81, 82, 92, 94, 95, 96, 102, 107,
 111, 113, 116, 117, 128, 133, 134, 136, 142, 143, 145, 155, 157, 159, 160,
 161, 162, 164, 165, 169
 Forma 13, 14, 15, 16, 19, 21, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 48, 49,
 51, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 64, 67, 68, 70, 76, 83, 85, 88, 93, 99, 102, 103,
 105, 107, 108, 113, 122, 134, 135, 136, 144, 145, 146, 147, 154, 156, 159,
 160, 162, 163, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 177

Formação 7, 8, 9, 11, 31, 33, 37, 38, 40, 42, 48, 61, 70, 108, 116, 117, 129, 136, 137, 143, 144, 145, 159, 160, 161, 166, 170, 171, 176

G

Garrafa 97, 99, 114, 139, 151, 152

H

Habilidades 8, 13, 14, 19, 33, 43, 48, 51, 54, 55, 57, 59, 67, 68, 69, 83, 111, 115, 133, 136, 144, 157, 159, 161, 174, 175

Hidrostática 128, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141

I

Interação 33, 51, 53, 58, 68, 84, 94, 130, 142, 143, 147, 159, 160, 161, 164, 172, 174

Investigação 34, 35, 36, 41, 42, 96, 111, 112, 116, 117, 128, 130, 135, 145, 146, 154, 155, 156, 157

K

Kahoot 172, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182

L

Laboratório 37, 49, 51, 57, 64, 111, 112, 117, 146, 152, 153

Leitura 31, 37, 38, 42, 82, 83, 84, 87, 88, 91, 92, 93, 102, 108, 111, 135, 164

Linguagem 20, 36, 42, 48, 52, 54, 55, 84, 112, 116, 117, 122, 142, 143, 147, 154, 158, 166, 180

Lúdico 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176

Luz 31, 32, 33, 37, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 51, 52, 53, 56, 62, 64, 65, 70, 71, 72, 75, 76, 140

M

Madeira 47, 98, 99, 100, 105, 106, 114, 140, 152, 156

Método 78, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 92, 128, 146, 173

Metodologia 7, 14, 15, 36, 49, 58, 61, 67, 69, 77, 82, 85, 95, 129, 135, 144, 147, 159, 173, 174

Metodológica 20, 50, 51, 60, 70, 71, 77, 83, 131, 134, 142, 147, 155, 161, 170, 175

MNPEF 1, 8, 9, 11, 12, 13, 67, 81, 95, 128, 142, 145, 157, 169

Moléculas 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107

O

Óptica 9, 67, 68, 69, 70, 71, 76, 77, 78, 79

P

Práticas 9, 33, 34, 51, 57, 59, 60, 94, 112, 113, 116, 117, 127, 128, 129, 131, 134, 136, 141, 157, 159, 160, 161, 164, 170, 172, 173

Pressão 128, 129, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141

Professor 8, 9, 18, 19, 20, 36, 38, 39, 40, 41, 49, 54, 55, 58, 59, 60, 67, 70, 71, 72, 74, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 96, 112, 113, 122, 123, 129, 131, 133, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 169, 170, 171, 172,

174, 175, 176, 177, 179, 181, 182

Professores 7, 8, 9, 41, 42, 53, 58, 66, 67, 68, 69, 70, 77, 82, 117, 136, 141, 159,
160, 166, 171, 172, 174, 176

Q

Quente 92, 93, 98, 99, 103, 105, 106, 107, 109, 126, 127, 138, 151, 152, 156

R

Recipiente 93, 102, 109, 110, 114, 115, 118, 119, 120, 125, 134, 138, 140, 150

T

Tecnologia 15, 34, 42, 50, 53, 60, 82, 116, 133, 134, 140, 156, 161, 165, 174

Temperatura 81, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106,
109, 110, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 145, 147, 150,
151, 152, 155, 156

Térmica 91, 92, 104, 106, 108, 109, 110, 111, 113, 122, 125, 126, 127, 145, 148,
150, 155, 156

Testes 59, 82, 83, 84, 85, 86, 90, 91, 92

V

Vygotsky 112, 117, 128, 129, 130, 136, 142, 143, 144, 155, 157, 158, 159, 161, 164

