

Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Campus de Presidente Prudente

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PRÁTICAS EM LABORATÓRIO: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO

Douglas Henrique de Oliveira Braz



PRÁTICAS EM LABORATÓRIO: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO

DOUGLAS HENRIQUE DE OLIVEIRA BRAZ

Defesa de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, sob orientação do Prof. Dr. Deuber Lincon da Silva Agostini.

B827p

Braz, Douglas Henrique de Oliverira
Práticas em laboratório : uma estratégia de ensino
/ Douglas Henrique de Oliverira Braz. -- , 2018
155 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual
Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências
Farmacêuticas, Araraquara,
Orientador: Deuber Lincon da Silva Agostini

1. Ensino de física. 2. Roteiros Experimentais. 3.
Atividade Experimental. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PRÁTICAS DE LABORATÓRIO: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO

AUTOR: DOUGLAS HENRIQUE DE OLIVEIRA BRAZ

ORIENTADOR: DEUBER LINCON DA SILVA AGOSTINI


Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ENSINO DE FÍSICA,
área: Física na Educação Básica pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. DEUBER LINCON DA SILVA AGOSTINI
Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente



Profa. Dra. AGDA EUNICE DE SOUZA ALBAS
Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente



Profa. Dra. DAYENE MIRALHA DE CARVALHO SANO
Núcleo de Educação à Distância-NEAD / Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)

Presidente Prudente, 26 de outubro de 2018

PRÁTICAS EM LABORATÓRIO: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO

Douglas Henrique de Oliveira Braz

Orientador
Prof. Dr. Deuber Lincon da Silva Agostini.

Defesa de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus de Presidente Prudente no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Dedicatória

Dedico esta qualificação a todos os professores, amigos e familiares que se fizeram presentes nos momentos mais cansativos, nas manhãs mais árduas, e principalmente nas horas mais difíceis, que acreditaram e confiaram em mim. Com carinho e gratidão, muito obrigado!

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio diria isto: ‘o fator singular mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece’. Descubra o que ele já sabe e baseie nisso seus ensinamentos.”

David P. Ausubel

Agradecimento

Agradeço à minha família por tudo, por sempre me apoiar nas escolhas, por ter investido em mim e incansavelmente, acreditar em minha capacidade.

Aos meus avós, que sempre me apoiaram na minha odisseia para realizar os meus sonhos, sem medo dos desafios que a vida traz, com ideais de justiça e companheirismo.

Aos meus amigos, pelas alegrias, tristezas e dores que compartilhamos juntos. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção, melhoram tudo o que tenho produzido em minha vida.

Agradeço à Sociedade Brasileira de Física pela elaboração do programa de Pós-Graduação em Ensino de Física e a FCT – UNESP pela disponibilização e organização do curso.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo institucional e pelo apoio financeiro ao programa.

Agradeço aos meus professores que com maestria e paciência, compartilharam todos os conhecimentos e experiências necessários para minha evolução profissional e pessoal.

Obrigado por cada sugestão, críticas e indicações que levaram ao aperfeiçoamento do nosso saber, tornando-nos mestres capacitados para atuar no ensino de Física.

É com orgulho e respeito que agradeço, humildemente, ao meu orientador Dr. Deuber Lincon da Silva Agostini pela paciência, palavras de apoio e crítica construtiva que oferecem credibilidade a esta pesquisa.

A todos, minha eterna gratidão e meus sinceros agradecimentos.

“Tudo que não puder contar como o fez, não faça.”

Immanuel Kant

RESUMO

PRÁTICAS EM LABORATÓRIO: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO

Douglas Henrique de Oliveira Braz

Orientador

Prof. Dr. Deuber Lincon da Silva Agostini

Nos últimos tempos, as discussões sobre adequações e modificações do currículo vêm ganhando espaço na sociedade. Ambas as discussões visam uma melhora na qualidade da educação, agregando valores ao processo de ensino-aprendizagem. Utilizando das práticas em laboratório como uma estratégia enriquecedora no processo de ensino, visou-se um estudo direcionado na elaboração e estruturação das atividades experimentais a serem desenvolvidas em sala de aula, compreendo assim as dimensões pedagógicas presentes na prática laboratorial atrelada à construção do conhecimento do aluno em uma aprendizagem significativa. Partindo dos experimentos propostos pelo Material Apostilado do Governo do Estado de São Paulo, realizou-se novas estruturações, com objetivos e metas direcionados em uma proposta de atividade investigativa. Essas dimensões pedagógicas além de qualificar o ensino, disseminam nos alunos uma autonomia de construir seu próprio laboratório onde quer que estejam seguindo sua intuição a partir das abstrações que podem alcançar. Os experimentos quando apresentados em minuciosos roteiros norteiam os caminhos a serem seguidos, levando à prática da tentativa e erro, cravando em seu cognitivo aquilo que é útil e aplicável em seu cotidiano.

Palavras-chave: Ensino de Física, Roteiros Experimentais, Atividade Experimental.

ABSTRACT

LABORATORY PRACTICES: A TEACHING STRATEGY

Douglas Henrique de Oliveira Braz

Advisor

Prof. Dr. Deuber Lincon da Silva Agostini

In recent times, discussions about adaptations and modifications of the curriculum have been gaining ground in society, both discussions aim at improving the quality of education, adding value to the process of teaching learning. Using laboratory practices as an enriching strategy in the teaching process, a study aimed at the elaboration and structuring of the experimental activities to be developed in the classroom was aimed at understanding the pedagogical dimensions present in the laboratory practice, linked to the construction of the knowledge in meaningful learning. Based on the experiments proposed by the Government of the State of São Paulo's Apostilled Material, new structuring was carried out, with objectives and goals focused on a proposal for research activity. These pedagogical dimensions besides qualifying teaching, disseminate in students an autonomy to build their own laboratory wherever they are following their intuition from the abstractions they can achieve. Experiments when presented in meticulous scripts guide the paths to be followed, leading to the practice of trial and error, embedding in his cognitive what is useful and applicable in his daily life.

Keywords: Physics Teaching, Experimental Routes, Experimental Activity.

Sumário

| | | |
|-----|-------------------------------------|----|
| 1. | Introdução | 1 |
| 2. | Objetivos | 6 |
| 3. | Fundamentação Teórica | 7 |
| | 3.1 O Laboratório | 15 |
| | 3.2 Atividade Experimental | 20 |
| 4. | Metodologia | 27 |
| | 4.1 Entendendo a Eletricidade | 32 |
| 5. | Discussão e Resultado | 39 |
| 6. | Conclusão | 48 |
| 7. | Produto Final | 49 |
| 8. | Perspectivas Futuras | 50 |
| 9. | Anexo I | 51 |
| 10. | Anexo II | 56 |
| | Referências Bibliográficas | 57 |
| | Apêndice | 62 |

Lista de Figuras e Tabela

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Esquema de Desenvolvimento Cognitivo | 08 |
| Figura 2 – Processos de Aprendizagem | 10 |
| Figura 3 – Laboratório Portátil de Ciências | 28 |
| Figura 4 – Campo Magnético de Um Fio Retilíneo | 33 |
| Figura 5 – Circuito Elétrico Simples | 36 |
| Figura 6 – Circuito Aberto e Fechado | 36 |
| Figura 7 – Experimento 1 | 40 |
| Figura 8 – Alunos Realizando a Montagem 3 | 41 |
| Figura 9 – Experimento 2 | 42 |
| Figura 10 – Exercícios Corrente Elétrica | 43 |
| Figura 11 – O que eu aprendi | 44 |
| Figura 12 – Alunos Tentando Acender uma Lâmpada | 45 |
| Tabela 1 – Contínuo Problema-Exercício | 18 |

1. Introdução

As atividades experimentais vêm sendo aplicadas nas escolas há mais de um século (Forster, 2010), exercendo papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem e nas relações de confiança entre aluno e professor.

Tendo colaborado para que o aluno desenvolva a capacidade de explorar os mais diversos conceitos físicos, aplicando-os em seu dia a dia com a prepotência de formar uma elite científica, elevando, no futuro, a educação para outro patamar.

A principal questão se encontra na elaboração e aplicação de alguns conceitos físicos que os alunos precisam desenvolver em sua vida acadêmica, mas será que todos os experimentos são viáveis e eficazes?

“a experimentação contribui para melhorar a qualidade no ensino, principalmente por meio de situações de confronto entre as hipóteses dos alunos e as evidências experimentais”
(MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p.103)

As aulas teóricas e explicativas são essências para a demonstração e dedução de algumas expressões matemáticas e conceitos físicos, todavia, ao levantar discussões em sala, desafiando os alunos a questionar, raciocinar, pôr em prática suas opiniões, aguçam um prazer significativo pela descoberta.

As práticas de laboratório, por sua vez melhoram a qualidade do ensino, uma vez que no momento em que os alunos manuseiam os materiais a serem utilizados nos experimentos, estabelecem uma conexão com a realidade, saindo do campo de abstração, onde apenas as teorias são apresentadas.

Essas conexões entre os assuntos teóricos com a prática laboratorial auxiliam no processo de formalização dos conteúdos previstos no currículo. Com isso, adquire-se sentido no que foi planejado pelo professor, sendo consolidados nos trabalhos experimentais a serem desenvolvidos pelos alunos em sala de aula.

O laboratório oferece suporte para um ambiente propício a aprender com interesse, entusiasmo. Esse deve ser o nosso foco: conseguir trazer nossos alunos à ambientes favoráveis à aprendizagem.

As práticas experimentais devem fazer parte da rotina metodológica dos docentes, necessitando de tempo de estudo para organizar os roteiros experimentais de acordo com as demandas de suas turmas.

O currículo de Ciências da Natureza (Ciências, Física, Química e Biologia) do Estado de São Paulo (SEE, 2010) engloba, em suas matrizes, alguns eixos temáticos como vida e ambiente, aplicações tecnológicas, saúde, terra e universo.

Nesse sentido apresenta à sua clientela uma proposta de conhecer os fenômenos físicos presentes nas telecomunicações, por exemplo, o funcionamento dos *smartphones*, a movimentação e alinhamento dos planetas e suas constelações, etc.

A principal característica das Ciências da Natureza encontra-se em despertar o olhar investigativo do aluno, instigando a trabalhar com situações problemas que ele mesmo possa resolver com os conhecimentos adquiridos ao longo de sua vida acadêmica, melhorando sua qualidade e percepção da vida.

Ao estudar a matriz curricular do Estado de São Paulo, em sua proposta apostilada, notou-se que alguns conceitos físicos, como circuitos elétricos, ondas eletromagnéticas, óptica e ondas, por exemplo, são apresentados no 8º e 9º Anos do Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências. Tais conhecimentos são aprimorados e expandidos na 2ª e 3ª Séries do Ensino Médio, em Física.

O reconhecimento e a compreensão de um circuito elétrico, por exemplo, permitem identificar as características elétricas dos aparelhos, os perigos e cuidados a serem tomados ao se trabalhar com uma rede elétrica, evitando os riscos e acidentes em suas instalações domésticas, entre outros.

Ao elaborar um experimento em circuito elétrico no Ensino Fundamental, os alunos demonstrarão interesse e curiosidade em compreender o seu funcionamento, suas características, e até quais os materiais de sua composição.

Desta forma, entenderão, por exemplo, como ocorre a distribuição de tomadas, interruptores e pontos de luz em uma residência e analisarão o

porquê de alguns aparelhos, como o ferro de passar roupa e o chuveiro consumirem mais energia.

Ao retomarmos os conteúdos no Ensino Médio, os experimentos serão mais avançados, aumentando as dificuldades e desenvolvendo habilidades a serem exploradas, contemplando sempre, o nível intelectual em que o aluno se encontra.

Durante o planejamento das aulas, o professor deve acompanhar a evolução em que o aluno se encontra, fornecendo oportunidades para que os mesmos ampliem seu saber de maneira efetiva, ou seja, que o objetivo fundamental do professor, o de ensinar, seja alcançado junto com o objetivo do aluno, o de aprender.

“Entendemos que a diversificação de métodos e abordagens de ensino experimental [...] exige da comunidade científica um esforço no sentido de sistematizar e, com isso, colaborar para uma compreensão mais profunda das transformações ocorridas nas estratégias de experimentação, procurando desvelar todas as suas nuances e encorajar sua aplicação nos mais diversos contextos escolares” (CARLOS; JUNIOR; AZEVEDO; SANTOS e TANCREDO, 2009, p.06)

As diversas maneiras de fazer com que esse objetivo se cumpra estão atreladas às múltiplas estratégias de ensino. Uma delas é a riqueza inerente às práticas em laboratório, que vem gerando discussões ao longo dos anos.

O laboratório, pelo simples fato de ser laboratório, já traz um ânimo nas turmas, porém sempre vale ressaltar que o gerador da aprendizagem não é o produto finalizado, mas todo o percurso realizado, cada ponto de interrogação levantado, observação questionada, isto é, a união de todos esses fatores leva à aprendizagem.

Com os avanços nos estudos e modificações do currículo de Ciências da Natureza nos últimos anos, houve uma considerável inclusão de vários experimentos em todos os conceitos científicos.

Os experimentos não podem apenas ser lançados aos alunos de qualquer jeito, o “*fazer por fazer*”. É crucial que experimentos passem por uma

minuciosa análise e estudo, fornecendo as informações necessárias para o desenvolvimento da atividade proposta.

Ao realizarem os estudos, as classificações necessárias e colocação das informações chaves, esses roteiros experimentais poderão ser aplicados em salas de aulas, por exemplo, por docentes iniciantes, qualificando seu plano de ensino.

O ensino de Ciências da Natureza depara-se com pouco tempo para o desenvolvimento e cumprimento do currículo. Na disciplina de Ciências contamos com quatro aulas semanais; já para as aulas de Física são oferecidas apenas duas aulas semanais, ambas com duração de cinquenta minutos.

Ao dedicar-se à elaboração de roteiros experimentais, pode-se ampliar o tempo de aula e o aluno terá liberdade de construir seu experimento em casa, ou até mesmo nas dependências da escola, em contraturnos.

A partir desta prática, visar-se-á que ele se torne o protagonista do seu conhecimento, levando ao seu professor suas dúvidas, questionamentos, curiosidades, descobertas, podendo opinar em como pode-se trabalhar melhor com tal assunto.

Atrelando-se aos conceitos físicos ofertados pelo currículo do Estado de São Paulo no 8º e 9º Anos do Ensino Fundamental, alguns roteiros experimentais foram propostos, de maneira simples e objetiva, com a intencionalidade de atingir nossos alunos no processo de ensino.

Estudando o Currículo Oficial do Estado de São Paulo, voltou-se um olhar sobre o uso das práticas em laboratórios inseridos na área de Ciência da Natureza como um recurso didático repleto de possibilidades, uma sala de aula atraente em sua aplicabilidade e eficácia no processo de ensino aprendizagem.

Segundo a Classificação Docente 2018 (Diretoria de Ensino da Região de Presidente Prudente), existe apenas quatorze professores Licenciados e Efetivos de Física, ou seja, o restante dos professores que lecionam a disciplina não possui formação específica em Física, contam apenas com habilitação.

Em relação aos considerados estáveis, isto é, aqueles professores que não efetivos, mas tem o direito a ter aulas atribuídas, apenas quatro são Licenciados em Física.

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, na portaria 26/12/2016, entende como habilitação, professores que em sua formação específica disponham de carga horária mínima de 160 horas na disciplina correlata.

Sendo assim, professores formados na área de Ciências Exatas (Matemática, Ciências Biológicas e Química) que atendam a Resolução 26/12/2016 podem lecionar a disciplina de Física nas unidades de ensino.

Direcionando um olhar pedagógico no cenário atual da educação, a elaboração de um material paradidático repleto de roteiros experimentais, esperando atender as necessidades que nossos alunos encontram em seu processo de aprendizagem no Ensino de Física.

Visa-se um material que seja de fácil acesso aos professores e de simples compreensão aos alunos, munindo os alunos de autonomia em seu processo de aprendizado.

Para a coordenadora pedagógica da Escola Estadual Professor Ivo Liboni, Adriana Bisson, formada em Ciências Biológicas desde 2002, *“esse material será muito produtivo, em minha visão de professora, um material de fácil acesso e compreensão prende a atenção dos alunos, melhorando o trabalho do professor em sala de aula”*.

Baseando-se nessas informações, esta pesquisa será direcionada em estudar as Práticas em Laboratório e sua eficácia no processo de ensino, primando-se pela busca de caminhos que possibilitem aos professores melhores estratégias pedagógicas, e aos alunos um incentivo à investigação científica.

O produto elaborado nesta pesquisa será um material paradidático, repleto de roteiros experimentais classificados pelos temas e eixos contemplados no Currículo do Estado de São Paulo, como disposto na LDB 9394/96, garantindo aos alunos condições necessárias para seu progresso na vida acadêmica e preparo para o mercado de trabalho.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar a eficiência das práticas experimentais no ensino de Física, envolvendo experimentos que estejam de acordo com a Proposta para a Educação Básica de maneira a abordar uma estratégia através de roteiros experimentais, contribuindo no processo de ensino e aprendizagem, e assim tratando as práticas em laboratório como fonte importantíssima no procedimento tangível dos conceitos físicos.

2.2. Objetivo Específico

Como objetivo específico, a partir da Matriz Curricular do Estado de São Paulo em seus conteúdos e eixos, propor um complemento ao material pressuposto no currículo, através dos experimentos, atendendo as demandas educacionais. Junto a estes roteiros experimentais, serão acrescentadas outras características a este material, sempre visando uma melhora na qualidade de ensino.

3. Fundamentação Teórica

No que se diz respeito às atividades experimentais que venham a ser culminantes com os conteúdos programados, faz-se necessário que o experimento seja bem planejado e elaborado.

Um bom planejamento consegue atingir diretamente o aluno despertando um olhar crítico e investigativo durante a práxis, tomando para si a responsabilidade de ser o protagonista e intermediador da construção do próprio conhecimento (Alves Filho, 2000).

Ao introduzir o laboratório como espaço favorável ao processo de ensino, guia-se os alunos em um caminho importantíssimo, o da tentativa e erro no manuseio dos materiais que estão em contato.

Possobom, Okada e Diniz (2002) afirmam que, mesmo que o aluno não atinja a resposta correta, deve-se valorizar sua linha de raciocínio e a maneira de organizar seus pensamentos.

Essa valorização encoraja o aluno a explorar todas as possibilidades durante a observação do fenômeno físico, indagando o porquê de ter chegado às conclusões erradas, analisando cada passo dado, descobrindo onde houve o erro, com a pretensão de corrigi-lo (Araújo, 2003).

Ferreira (1978) propõe um laboratório aberto, ou seja, um espaço onde o aluno possa desenvolver a autonomia para solucionar seus problemas ou até mesmo realizar suas atividades investigativas através dos conhecimentos fixados em seu cognitivo ao longo de suas experiências científicas.

O laboratório aberto permite que os professores não engessem sua metodologia de ensino, fornecendo meios alternativos no processo de aprendizagem.

Por exemplo, durante um experimento, o aluno pode pesquisar em livros, *website*, em revistas, recorrer a outros professores, alunos que já estudaram esses conteúdos, buscando informações adicionais na realização de sua tarefa.

Nesse estágio de transição de uma sala de aula corriqueira para uma sala de aula interativa, deve-se atentar a alguns passos que possam qualificar de modo significativo tal transição para não se correr o risco do fracasso (Martins, 1997).

Tomando os cuidados cabíveis na elaboração das atividades tem-se um domínio geral das competências e habilidades que precisam ser desenvolvidas no âmbito social e educacional de cada indivíduo (Borges, 2002).

"Quando imaginamos uma sala de aula em um processo interativo, estamos acreditando que todos terão possibilidade de falar, levantar suas hipóteses e nas negociações, chegar a conclusões que ajudem o aluno a se perceber parte de um processo dinâmico de construção." (MARTINS, 1997, p.118)

Ao se abrir um espaço para que os alunos manifestem suas hipóteses, ideias, pode-se ter a liberdade de mediar à condução de todos os caminhos que levem às possíveis justificativas dos seus questionamentos.

Martins (1997) salienta sobre a responsabilidade do docente em atuar como mediador do conhecimento e, cabe a ele também ter conhecimento das idiosincrasias de suas turmas, modelando a melhor maneira de ensinar.

Para Moreira (2011), na teoria da mediação de Vygotsky, o aluno na condição socialista percorre o processo de aprendizagem sociocultural, ou seja, sua aprendizagem se faz por meio do intermédio das interações com o meio.

Quando se trabalha com a prática experimental, entra-se nas zonas de desenvolvimento do indivíduo sendo elas a **zona de desenvolvimento real (ZDR)** e a **zona de desenvolvimento imediato (ZDI)**, que, segundo Vygotsky (1978), o amadurecimento cognitivo depende dos conceitos desenvolvidos nessas zonas.

A Figura 1 representa o esquema de desenvolvimento defendido por Vygotsky (1978) e, como ocorre o processo de mudança de uma zona à outra.

Figura 1: “Esquema do Desenvolvimento Cognitivo”



A ZDR indica o nível em que o discente se encontra, denotando o nosso ponto de partida (análise diagnóstica) para iniciarmos um conceito. Esse processo sempre é realizado no início de nossas aulas, fornecendo um norte ao nosso trabalho.

A ZDI é a zona em que o discente necessita de um mediador na concretização de tais conceitos, podendo ser mediado por um agente (professor) ou por um material (o experimento).

Dessa maneira, a efetivação do real conhecimento ocorre quando o aluno passa de ZDI para a ZDR, ou seja, quando o aluno não precisa de um mediador para auxiliar no processo de realização de suas atividades (Vygotsky, 1978).

Vale ressaltar que as zonas de desenvolvimento ocorrem quando o aluno, no início da aula se encontra na ZDR, durante o decorrer do trabalho pedagógico percorre a ZDI, e, na conclusão do trabalho pedagógico o mesmo passa a estar na ZDR novamente (Chaiklin, 2011).

Baseando-se nos estudos de Vygotsky, consegue-se ter uma noção de como trabalhar com os alunos que não conseguem compreender o assunto da aula. Isso ocorre, porque, em muitos casos, os alunos não conseguiram chegar as ZDR nos conceitos anteriores.

De acordo com Vasconcelos, Praia e Almeida (2003), o ensino por intermédio das pesquisas realça o papel do aluno como protagonista do próprio saber, sempre mobilizado pelo desejo da descoberta, trazendo consigo todos os conhecimentos já adquiridos para solucionar os problemas propostos pelo docente.

Para Moreira (2010) os conhecimentos prévios, além de indicar o nível cognitivo, contribuem demasiadamente para o nosso ponto de partida, assegurando uma base organizacional e normativa, estabelecendo uma técnica

de incorporação, absorção e consolidação das informações do jeito que lhe for proveitoso.

Essa sistematização, incorporada ao sistema de ensino, permite que os alunos realizem associações com o cotidiano, percebendo o quão é importante dominar um conjunto de conceitos e ideias formais, deslocando-se do campo das abstrações e direcionando-se ao campo real (Mallmann, 2016).

Ao referenciar-se a uma aprendizagem significativa, precisam-se levar em conta dois fatores cruciais. O primeiro fator está na pré-disposição do professor, sendo ele o mediador desse processo e a capacidade para realizá-lo.

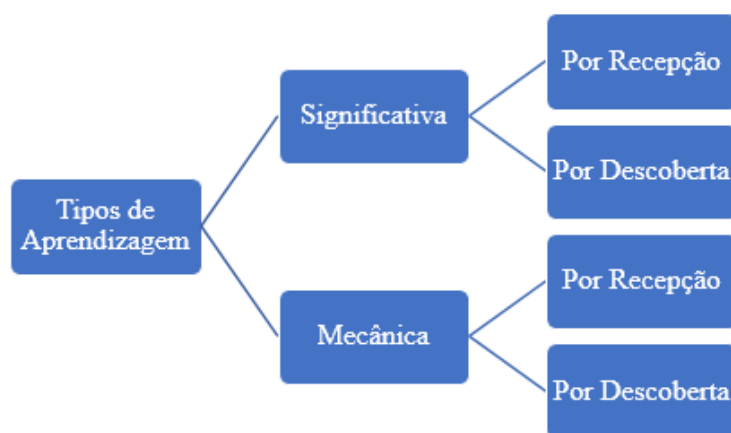
O segundo fator parte dos conhecimentos prévios dos alunos. Esse processo de aprendizagem ocorre quando os alunos estabelecem conexões entre as novas informações apresentadas com aqueles presentes em sua estrutura cognitiva.

Zimmermam (2005, p. 25) comenta que *“o aluno pode elaborar hipóteses, discutir com os colegas e com o professor e testar para comprovar ou não a ideia que teve”*. O agrupamento desses fatores gera uma corrente no processo de aprendizagem, efetivando a erudição.

Segundo os estudos de Ausubel (1980), uma aprendizagem significativa ocorre quando há uma ampliação da estrutura cognitiva, onde novos conceitos são adquiridos, sempre se relacionando com os conhecimentos que existem em si.

A estrutura cognitiva está ligada diretamente com os processos de aprendizagem. Com base na teoria de Ausubel (1980), ocorre uma esquematização dos processos de aprendizagem. A Figura 2 relata a maneira como se esquematiza esse processo.

Figura 2: “Processos de Aprendizagem”



Os aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa acontecem quando os novos conceitos se relacionam de maneira não arbitrária e não literal com os conceitos já existentes no indivíduo (Ausubel, 1980).

Por exemplo, para Ausubel (2000), o aluno possui uma ideia que se faz presente em sua estrutura cognitiva e o mediador apresenta uma nova ideia que irá se relacionar com as ideias existentes (conceito subsunçor).

Por outro lado, temos os aspectos da Teoria da Aprendizagem Mecânica, que não é o oposto da Teoria da Aprendizagem Significativa, ocorre quando existe uma relação puramente arbitrária e literal com o conceito que está sendo apresentado.

Resumidamente, na estrutura cognitiva do indivíduo não existe o conceito subsunçor, ou seja, o novo conceito não tem meios de ancorar-se com nada. Sendo assim, esse conceito será incorporado na estrutura cognitiva do indivíduo de maneira mecânica, a tão conhecida “decoreba” (Ausubel, 2000).

As interações entre as Teorias de Aprendizagem (Significativa ou Mecânica) para Ausubel (2000) faz parte de um ciclo, por isso vale a ressalva de como ocorre o processamento das Teorias de Aprendizagem, que são por Recepção e Descoberta.

Um dos processos ocorre por intermédio da Recepção, que nada mais é que uma formalização final de cada conceito. Pode ser através de livros, filmes, aplicativos, jogos, um experimento, uma palestra etc. (Jesus, 2004).

Outro tipo de processo de aprendizagem acontece quando o indivíduo é incumbido de buscar uma informação, descobrir algo, ou seja, ele irá aprender por Descoberta. Pode-se utilizar, por exemplo, um filme e, através deste filme assistido ele poderá descobrir várias informações. (Jesus, 2004).

Ao refletir-se sobre esses processos de aprendizagem consegue-se ter uma visão de como ocorre a organização e assimilação do alicerce cognitivo do indivíduo. Essa organização passa por uma hierarquia de conceitos abstratos até sua formalização conceitual estruturada na experiência adquirida.

Dentro de sua Teoria de Aprendizagem Significativa, Ausubel (2000) defende uma Aprendizagem de Conceitos. Esses conceitos podem ser objetos, congressos, programas, regras etc. Verifica-se que os mesmos possuem algum significado comum ou símbolo.

Distinguindo-se em dois processos para aquisição da Aprendizagem de Conceitos, o primeiro é conhecido como “*conceptual*” e o segundo como “*assimilação conceptual*” (Ausubel, 2000).

O primeiro é o “*conceptual*”, aquele que ocorre diretamente nas crianças e jovens, ou seja, são os primeiros conceitos e regras assimilados no ensino, sendo a base da formação acadêmica.

O segundo é a “*assimilação conceptual*”, ocorrendo nas crianças, jovens e na fase adulta. Esse segundo conceito caracteriza-se pelas experiências vivenciadas pelos alunos, fornecendo uma autonomia na formulação de hipóteses, abstração e tratamentos de informações.

As trocas de informações, que ocorrem com os alunos na vida acadêmica, somente se tornarão significativas quando for um aprendizado científico, ou seja, o aluno poderá investigar de maneira a diagnosticar problemas, formular hipóteses explorando os fenômenos e leis da Física, tornando-se apto ao processo de investigação e aprendizagem (Tiberghien, 2001).

O que se deve considerar sobre as Teorias da Aprendizagem Significativa é a facilidade que ela nos fornece na relação matriarcal que existe entre o aluno e seu professor durante toda jornada acadêmica.

Moreira (2011) em poucas palavras destaca que Ausubel alerta sobre a relação dos conteúdos e a construção cognitiva, operando de modo fundamental nestas duas vertentes e salienta que não se pode sobrecarregar

nosso alunado com informações desnecessárias, irrelevantes, entretendo a organização cognitiva.

É preciso e necessário respeitar a necessidade de cada um, suas limitações, selecionando o que é ideal e pertinente para seu nível e estrutura cognitiva, obtendo uma formação qualitativa.

Borges (2002) comenta que ao tratar-se de um processo de aprendizagem significativa, deve-se considerar a experiência que esse aluno irá desenvolver nesse percurso. Logo, permitir que ele interaja com os objetos a sua disposição não garante uma produção de conhecimento.

“O importante não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente de pensamento.” (BORGES, 2002, p. 295)

Dessa forma, a efetivação do conhecimento dar-se-á na resolução articulada, com a influência dos materiais disponíveis, não podendo limitar nossas ações intrinsecamente aos objetos que nos falta, mas sim propor que eles resolvam o principal problema proposto.

Esse é o principal papel do professor: propor problemas, dispor os aparatos, e, principalmente, mediá-lo no processo, para que o aluno, em seu comprometimento, resolva o problema (Martins, 1997).

Pesquisadores como Silva (2010), Cupaioli (2016) e Silva (2016) afirmam que a prática de laboratório contribui de forma primordial no processo de aprendizagem no ensino de Física, atrelando o conhecimento científico adquirido como função da “*autonomia crítica*” do discente, como proposto nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (Brasil, 2013).

A formação do ser autônomo implica diretamente na proposta elaborada pelo professor. Galiuzzi (2001) diz que não existe aplicação sem teoria, ou seja, a fundamentação teórica precisa estar atrelada com a prática experimental e o encarregado de provocar, mediar esse encaixe é o professor.

Atividades experimentais ampliam os canais de comunicação fortalecendo o vínculo entre o professor e os alunos, principalmente efetivando a integração da turma nas atividades propostas (Silva, 2010).

As interações entre o meio, o material e a turma concebem ao ensino uma característica idiossincrática e inerente na aprendizagem científica, acarretando, nesse momento, uma necessidade de trocas de informação entre a turma (Silva, 2016).

Cabe ao professor estabelecer critérios de análise sobre o desenvolvimento e absorção da prática experimental durante o decorrer das aulas de Física, analisando minuciosamente se houve evolução de conhecimento.

Segundo Gaspar (2005) administrar experimentos que levem ao conflito cognitivo do discente, de modo a avaliar as estruturas cognitivas, é essencial para o crescimento acadêmico.

Contudo a elaboração desta dissertação deve contribuir junto aos professores no planejamento das aulas práticas e no desenvolvimento dos experimentos, estabelecendo conexões entre os conceitos físicos e o cotidiano.

Aos alunos, a dissertação forjará meios concretos de efetivar seu saber, atuando em uma linguagem simples e acessível, e principalmente, podendo ser utilizada nas dependências da escola, ou até mesmo em sua residência.

3. 1. O Laboratório

Por muito tempo o laboratório foi visado como o “lugar” que faria com que o aluno aprendesse. Mas será que o laboratório por si possui tanta força como gerador da aprendizagem?

Essa mistificação impediu que algumas instituições de ensino, por não terem um espaço físico com uma indicação de laboratório afixada em suas portas ou paredes, desenvolvessem atividades experimentais ou atividades de investigação científica.

Por este motivo apresentavam somente os conceitos e as leis da Física, realizando exercícios e questionários formais, muitas vezes repetindo o mesmo questionário em todas as suas turmas.

Isso caracterizava um ensino homogêneo e, sabe-se muito bem, que os professores têm por sua responsabilidade turmas heterogêneas. Para isso, o professor tem que dispor de vários recursos didáticos e metodológicos.

“O laboratório é o elo que falta entre o mundo abstrato dos pensamentos e ideias e o mundo concreto das realidades físicas. O papel do laboratório é, portanto, o de conectar dois mundos, o da teoria e o da prática”. (BRODIN, 1978, p. 10)

No que se diz respeito às atividades experimentais que venham a ser culminantes com os conteúdos programados, exige-se que o experimento seja minuciosamente planejado e arquitetado.

Nesse sentido será possível atingir diretamente o educando, despertando um olhar crítico e investigativo durante a práxis, colocando-o como protagonista da construção de seu conhecimento.

Ao introduzir as práticas de laboratório como ferramenta didática, conduzimos os alunos a um caminho importantíssimo, o da tentativa e erro, propondo que ambos utilizem dessa ferramenta com auxílio da intuição para a construção do experimento, obtendo com maestria seu produto final.

O ato de criar um material através das interações entre os conhecimentos adquiridos em sala de aula com as hipóteses levantadas por sua experiência de vida permite que haja um questionamento, levando o aluno

a desconstruir para construir, dando significado ao que sempre foi um mistério para sua vida.

“Na história do ensino de Física do século XX a experimentação foi principalmente utilizada como um recurso de aprendizagem, como uma forma do aluno entrar em contato com a realidade, com a intenção de comprovar modelos ou teorias, ou ainda com o objetivo de motivar o aluno e despertar seu interesse pelo tema”. (SILVA, 2010, p. 903)

Voltando nossos olhos para a história do ensino de Física, nota-se como as práticas de laboratório foram e são até hoje de suma importância no desenvolvimento do aluno.

Novamente pode-se afirmar com propriedade de sala de aula, que o laboratório, enquanto espaço físico, não garante a eficácia da aprendizagem.

O que assegura a eficácia é o ambiente que o docente irá viabilizar com o auxílio de um bom roteiro, fundamentação teórica, aparatos de fácil manuseio e compreensão; transformando desta forma a sala de laboratório, enquanto espaço físico, em um lugar adequado e prazeroso para apreender. Nesse caso até nossos corredores escolares tornam-se excelentes laboratórios de Física.

No momento de preparação das aulas, os docentes precisam estar atentos às necessidades e dificuldades de suas turmas, refletindo que traçar metas é de suma importância. Dessa maneira, o planejamento de uma aula experimental não significa, simplesmente, dispor um roteiro sobre um experimento, ou mesmo, apresentar um método que ateste tais teorias.

É preciso alcançar os alunos de maneira clara, direta, argumentativa e gradativa, desenvolvendo, dentro do laboratório, várias atividades que efetivem o saber alcançando os objetivos que foram planejados pelo docente.

Durante o planejamento de uma aula a ser desenvolvida no laboratório, precisa-se deixar claro que o gerador da aprendizagem significativa não é o material fornecido, uma vez que o material não tem força significativa por si só.

Ele é apenas um instrumento (meio) que o aluno irá manusear durante um período, necessitando de uma ação mediadora no desenvolvimento das atividades propostas e no manuseio de tais materiais.

Interpolando os fatores mediação e material, pode-se aumentar as possibilidades de garantir um processo de aprendizagem mais dinâmico, envolvendo todo corpo docente ou, até mesmo, a participação dos pais.

“pouco importa que esta atividade consista de manipulações observáveis ou em operações mentais que escapem ao observador; pouco importa também que responda total ou parcialmente à iniciativa do aluno, ou que tenha sua origem no incentivo e nas propostas do professor. O essencial é que se trata de uma atividade cuja organização e planejamento fique a cargo do aluno” (COLL, 1987, p. 187)

As atividades preparadas pelos docentes podem ser apresentadas, por exemplo, como um experimento demonstrativo. Em outro momento, como uma atividade experimental dirigida, e até mesmo, por uma atividade a cargo do aluno.

Independente do planejamento que o docente irá realizar, seu principal objetivo é de permear o aluno, fornecendo subsídio para que ele possa ser o organizador de sua atividade.

Quando se propõe um problema ao aluno, espera-se que ele possa formular suas hipóteses através da procura por justificativas, certas ou erradas, explicando-as com base nas leis e teorias da Física.

Ao contrário de uma proposta investigativa, nele o aluno terá que formular seus próprios problemas para tal questão, acompanhadas das possíveis hipóteses, formalizando para si o fenômeno presente no experimento, realizando conexões com as leis e teorias.

Para se entender melhor o funcionamento de ambas as atividades, sejam atividades que gerem problemas ou levem à investigação, é necessário distinguir qual habilidade pretende-se desenvolver nos alunos.

É nítido que ambas as atividades citadas são capazes de gerar a aprendizagem e que poderão ser construídas a partir dos objetivos planejados

pelo professor, levando-se em consideração o nível cognitivo em que os alunos estejam.

Borges (2002) defende um modelo de atividade que pode ser considerada como uma atividade investigativa, ou seja, no desenvolvimento desta atividade o aluno não precisa de um *“roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor”* (p. 303).

Em resumo, a Tabela 1 traz uma visão mais definida, segundo Borges (2002, p. 304) de como se daria a organização e estruturação das atividades em cada caso:

Tabela 1: “Contínuo problema-exercício”

| Aspectos | Laboratório Tradicional | Atividade Investigativa |
|----------------------------|---|---|
| Quanto ao grau de abertura | Roteiro pré-definido Restrito grau de abertura | Variado grau de abertura Liberdade total no planejamento |
| Objetivo | Comprovar leis e teorias | Explorar fenômenos |
| Atitude do estudante | Compromisso com o resultado | Responsabilidade na investigação |

Ressalta-se na segunda coluna da Tabela 1, que em muitos momentos os professores, e o próprio currículo, oferta aos alunos um roteiro já pré-definido, possuindo uma problemática, em sua grande parte, já direcionados, condicionando o aluno a evidenciar que existe solução por existir leis e teorias já definidas.

De acordo com Nasser e Tinoco (2003), seu comprometimento com o resultado decorre de justificativas programáticas *“isso ocorre porque é lei”*, ou ainda, recorrem a uma autoridade *“isso acontece porque está no livro”*.

Já na terceira coluna da Tabela 1, apresentam-se os aspectos de uma atividade investigativa e sua proposta fundamental no planejamento da aula. Ao elaborar-se um roteiro investigativo, concede-se liberdade para o aluno desfrutar das diversas formas de solucionar tal atividade.

Dessa forma o mesmo levanta os problemas, perpetuando suas hipóteses, e principalmente observando a ocorrência dos fenômenos durante

suas práxis; por fim arquitetando as soluções que melhor ajustam-se a sua observação.

Esse processo de investigação em um roteiro experimental demanda mais tempo para ser concluído, e em muitos casos os alunos não obtêm a solução correta em primeira instância.

Neste momento, cabe ao mediador realizar questionamentos sobre os caminhos percorridos para a solução apresentada, fornecendo o suporte necessário para que seu aluno entenda onde ocorreu o erro.

Tal prática define-se como o ápice do processo de aprendizagem, pois não somente leva o aluno às conclusões corretas, mas principalmente a assumir responsabilidade na investigação científica.

3.2. Atividade Experimental

Para que haja um melhor desempenho do aluno no processo de aprendizagem, o desenvolvimento da aula com o laboratório, como um recurso didático, é de fundamental importância.

Para isso, é necessário que o professor tenha estruturado sua atividade experimental em um roteiro claro e objetivo, facilitando a leitura e interpretação para os alunos.

O processo de estudo e classificação dos roteiros de modo sistematizado permite um tratamento real no desenvolvimento da atividade, ou seja, se faz de modo tradicionalista com questões investigativas.

De outra maneira, por exemplo, pode-se ter experimentos demonstrativos com o objetivo de gerar problemas, estimulando uma visão hipotética por parte dos alunos.

Outrora, o professor pode estimular o processo de aprendizagem através de experimentos que atestem ou verifiquem se os dados informados nas aulas são verídicos, provocando assim um questionamento.

As estruturações realizadas nas atividades experimentais podem nortear o trabalho a ser feito pelo professor, possibilitando que se saiba exatamente o momento ideal para aplicar um experimento.

Deve-se também atentar-se às competências e habilidades enunciadas no currículo que atendam ao conteúdo específico. Por exemplo, a competência leitora, por sua vez, se faz presente em todos os temas a serem desenvolvidos ao longo do ano.

No que lhe concerne, devemos sempre estar atentos à realidade leitora de nossos alunos durante o desenvolvimento das atividades experimentais, trazendo sempre uma linguagem mais acessível.

“Procurou-se verificar o grau de direcionamento das atividades propostas em função de seu caráter de Demonstração, Verificação ou Investigação e, neste sentido, procurou-se destacar se estas atividades apresentam elementos que as aproximariam mais do ensino tradicional ou se elas apresentariam maior afinidade com métodos investigativos de uma abordagem construtivista.” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.177)

Quando o professor consegue saber o grau de direcionamento de sua atividade, estabelece uma empatia entre o aluno e a atividade. As atividades precisam ser direcionadas em três segmentos, formalizando uma sequência didática verossímil em sua aplicação.

No processo de estruturação de qualquer aula experimental, devemos nos atentar às Disposições (objetivos) a serem almejados e consolidados pelos alunos quanto às Atividades (montagem); as quais devem estar atreladas aos objetivos, e pôr fim à Metodologia (didática) a ser aplicada.

No fator Disposição, é imprescindível traçar os objetivos a serem almejados pelos alunos, de maneira singela. Cabe-se nesse momento uma indagação, 'o que eu espero que meu aluno aprenda?'.

Na questão das Atividades, sua montagem deve estar de acordo com o nível cognitivo da turma, e é preciso que a mesma esteja organizada de maneira sequencial para não induzir o aluno ao erro.

Quanto à Metodologia a ser aplicada pelo docente são de suma importância os seguintes questionamentos: 'como farei para que meu aluno aprenda', 'qual linguagem será utilizada', 'quais recursos serão disponibilizados', etc.

O primeiro passo consiste em realizar um levantamento dos experimentos que sejam coerentes com o conteúdo. Deve-se, então, classificá-los como **Estruturado** e **Não Estruturado** (Rosa, 2003).

Um roteiro experimental estruturado é aquele que fornece instruções detalhadas, as quais devem ser seguidas à risca. Geralmente usa-se de um texto guia.

Segundo Alves Filho (2000), "*mesmo tendo uma participação ativa, a liberdade de ação é bem limitada*". Essa limitação, em alguns casos, pode a intuição científica do aluno.

Esse tipo de roteiro estruturado é o mais comum e utilizado em nossas rotinas estudantis. Por sua vez, esse tipo de roteiro demanda um gasto de tempo menor, pois não necessita de tanto raciocínio por parte dos alunos; apenas que sigam as instruções e observem os resultados.

Vale destacar que as ações acima não ocorrem nos tipos de roteiro experimental não estruturado, pois esse tipo de roteiro não necessita de um texto guia ou de comandos a serem seguidos; apresenta apenas o objetivo do experimento ou da aula e os materiais a serem utilizados.

Esse tipo de roteiro exige que o aluno tenha uma bagagem significativa, pois irá necessitar que ele, o aluno, levante hipóteses, discuta os dados com outros alunos e com o professor.

Essa liberdade gera confiança nos alunos quando expõem suas ideias, passando a contar com autonomia e facilitando a relação aluno/professor no processo de aprendizagem.

Alves Filho (2000) realiza uma afirmação muito plausível sobre esse tipo de prática, levantando a uma discussão quanto sua eficácia.

“Sua dinâmica de trabalho possibilita ao estudante trabalhar com sistemas físicos reais, oportunizando a resolução de problemas cujas respostas não são pré-concebidas, adicionado ao fato de poder decidir quanto ao esquema e ao procedimento experimental a ser adotado.” (ALVES FILHO, 2000, p. 47)

O poder de decisão quanto às escolhas para a resolução da atividade experimental não estruturada, acarreta por si só, uma gama de responsabilidades e compromissos que o aluno terá de assumir com seu trabalho.

Ao contrário dos roteiros estruturados que gastam menos tempo, roteiros do tipo não estruturado exigem um gasto de tempo maior. Isso acontece porque, em sua maioria, os alunos nunca chegam ao produto final com êxito.

A falta de êxito em primeira instância leva-os a pesquisar em outras fontes de informação, tais como: livros didáticos, website de qualidade, vídeo aula, ou até mesmo, recorrem a seus pais ou antigos professores.

Todo esse processo de pesquisa e busca de novas informações para um maior êxito demanda um período maior, sendo necessário que tal atividade se inicie na escola, porém seja finalizada em suas casas, ou até mesmo no ambiente escolar, no contraturno.

Traçado o tipo de roteiro que se pretende trabalhar, far-se-á, na sequência, a montagem das atividades. Tais montagens podem ser classificadas em **motivacional**, **funcional**, **instrucional** ou **epistemológica** (Ribeiro, 1997).

Laburú (2005) traz algumas reflexões sobre cada tipo de montagem a ser realizado, embasando-se, em parte, na visão pedagógica de alguns professores e pesquisadores que, ao longo da história, realizaram pesquisas no Ensino de Física, por exemplo, começando com Nedelsky (1958) e Michels (1962), indo até Tiberghien (2001).

Uma atividade motivacional é aquela que tenta despertar o interesse do aluno, estimulando um conflito de ideias e visa trazer em sua base um estímulo, desafio, pois se é algo que estimula o professor, tem força para estimular o aluno.

Para que haja uma atividade funcional, é necessário apenas a utilização de materiais simples, de fácil acesso e manuseio. Esses materiais não apresentam risco ao bem-estar dos alunos e economizam um tempo precioso.

As atividades instrucionais ocorrem por meio de instruções diretas, estão relacionadas diretamente com um roteiro estruturado. Esses tipos de atividades propõem-se em entender, vislumbrar os conceitos Físicos em miúdos, atestar as leis da Física.

Por fim, para se caracterizar uma atividade epistemológica é preciso propor que os alunos não só atestem uma lei da física, mas observem todos os fenômenos que ocorrem no experimento. Na visão de Laburú (2005) esse tipo de atividade ajuda os alunos a esclarecerem suas superstições.

Embora as atividades instrucionais e epistemológicas tenham definições diferentes, elas trazem uma proposta excepcional e fornecem meios para que o aluno deixe o campo de abstração; não apenas decorando o conteúdo, mas formalizando o acontecimento dos fenômenos físicos.

Ao tratarmos dos aspectos metodológicos, entra-se em um campo amplo, onde cada docente tem a liberdade de realizar a adaptação experimental que condiz com sua realidade.

Alguns recursos podem ser citados, por exemplo, se o experimento é **demonstrativo**, **quantitativo** com aparatos simples ou **quantitativos** com

aparatos sofisticados, **problematizadores** e adaptados para portadores de necessidades especiais (Força, 2011).

Atividades de experimentos de caráter demonstrativo servem, em sua grande parte, como um postulado; podendo ser utilizado no início das aulas, provocando discussões sobre algo a ser estudado, ou também no final da aula, a fim de atestar as informações apresentadas.

Os experimentos que podem ser construídos em sala de aula, tanto por professores quanto por alunos, com materiais simples, materiais do cotidiano, são exemplos dos recursos dos experimentos quantitativos com aparatos de montagem simples.

Por outro lado, os experimentos quantitativos com aparatos de montagem sofisticados necessitam de materiais usados em laboratórios específicos, por exemplo, um microscópio ou uma interface, fornecendo informações precisas.

De acordo com Carlos, Júnior, Azevedo, Santos e Tancredo (2009), os quais disseminam algumas ideias sobre as atividades experimentais de cunho problematizador; entende-se que os alunos conseguem realizar conexões entre teoria e prática ao trabalharem com tais atividades.

“Propostas onde se busca a análise da adequação das teorias às experiências e não das experiências às teorias, ligações com o cotidiano, propostas interdisciplinares, tentando traduzir a física como linguagem, construção metafórica, consonante com uma visão de ciência realista crítica. Também foram consideradas aqui propostas de experiências onde se busca aliar o ensino de física ao lúdico e ao inusitado, misterioso”. (CARLOS; JUNIOR; AZEVEDO; SANTOS e TANCREDO, 2009, p.09).

Atividades experimentais problematizadoras levam os alunos a uma investigação científica, através do método de observação, o que os permite analisar e confrontar os dados com base nos conhecimentos físicos adquiridos.

Quando aderimos ao lúdico no Ensino de Física, temos muito a ganhar com essa estratégia. Por exemplo, as pessoas que não possuem um determinado conhecimento, acham que o Sol é amarelo. Elas estão certas?

Quem olhar para o Sol da tarde verá que ele, de fato, parece ser amarelo. No entanto, a luz que se desprende dele, na verdade, é branca. A atmosfera da Terra a partir do nosso campo de visão é que faz nossa estrela principal parecer amarela.

Os gases que saem do Sol são dispersos na luz a partir de um efeito conhecido como dispersão de Rayleigh, o que também provoca a aparência azul do céu.

No decorrer de uma atividade problematizadora bem estruturada é possível desmistificar a teoria que o Sol é amarelo, explorando vários fenômenos naturais.

Por fim, tem-se o tipo de experimento mais difícil, aquele que tem de ser direcionado aos alunos portadores de algum tipo de deficiência física, motora ou cognitiva. É necessário sempre que puder e couber adaptar ao máximo o experimento à necessidade específica do aluno.

O artigo 58 da LDB 9394/96 assegura a esses alunos o direito de aprender, em seu tempo, os mesmos conteúdos previstos no currículo. Este mesmo artigo prevê uma formação adequada do docente, garantindo um atendimento eficaz.

Aparentemente, realizar a montagem de um roteiro experimental, partindo dos princípios apresentados acima, demanda-se de um tempo maior. Contudo, seguir esses passos à risca, podem facilitar o processo de ensino.

“Ao elaborar tais critérios, consideramos que mesmo as atividades demonstrativas mais simples possuem potencialidades didáticas. Em tempo, esclarecemos que, tanto no processo de catalogação quanto no de análise, optamos por não enquadrar os artigos em visões epistemológicas da ciência, pois, na maioria deles, não há uma explicitação de tais crenças.” (CARLOS; JUNIOR; AZEVEDO; SANTOS e TANCREDO, 2009, p.06)

Para os pesquisadores são importantes alguns esclarecimentos sobre os fatores que levam à escolha, elaboração e classificação das atividades experimentais selecionadas, já que todas possuem capacidades para a mediação pedagógica.

Independentemente das seleções realizadas pelo docente, a geratriz de uma aprendizagem científica se faz no ambiente e estágio cognitivo em que o discente está inserido.

Salienta-se que se concebe também no percurso que a turma está disposta a percorrer junto de seu Mestre no respectivo ano, e principalmente na formação docente e no apoio em que gestão escolar deve oferecer no campo científico.

Com base nos estudos sobre os meios de organizações e estruturas de um roteiro experimental, aplicou-se essa teoria em roteiros experimentais em sala de aula e ambientes extraescolares, de maneira qualitativa.

Em virtude dessas aplicações, pôde-se averiguar a eficácia das práticas em laboratórios aplicadas como recursos metodológicos, culminando em um processo de ensino de qualidade.

4. Metodologia

A ideia principal deste trabalho dar-se-á no processo de averiguação das práticas em laboratório, levando-se em consideração se essa ideia pode ser utilizada como uma estratégia para o professor, efetivando sua prática pedagógica, contribuindo de forma significativa na agregação dos saberes.

Abordando uma metodologia descritiva (Andrade, 2010), procurou-se aplicar alguns roteiros experimentais, seguindo as classificações acima citadas, aos alunos do Ensino Fundamental (Ciclo II), divididos em uma sequência didática composta por três etapas, descritas a seguir.

Neste trabalho utilizou-se o material apostilado fornecido aos alunos e professores da rede pública de ensino, providos pela Secretaria Estadual da Educação do Estado de São Paulo (SEE).

O material apostilado é projetado para ser desenvolvido em duzentos dias letivos, organizados em dois semestres compostos por dois bimestres cada um, separados em volumes 1 e 2. O volume 1 é responsável pelo primeiro semestre letivo e o volume 2 pelo segundo.

Para cada volume, o material apostilado se organiza em temas, cada tema é composto por situações de aprendizagem estruturadas em sequências didáticas em caráter decimal.

A primeira etapa encontra-se no processo de apresentação ou na retomada do conteúdo da Física, suas leis e definições, realizando uma abstração e comparação com nosso cotidiano que possa comprovar tal fenômeno.

Em alguns casos o docente pode optar por uma introdução histórica do conceito físico, apresentar em uma linha do tempo como ocorreu a evolução e, o quão importante foi estudar esse conceito.

Por exemplo, ao se falar de modelo e estrutura atômica é preciso salientar quem foram Ernest Rutherford e Niels Bohr quem começaram os estudos.

Já em outros assuntos, como o de óptica, por exemplo, faz-se necessário uma demonstração com a ilustração dos raios incidentes no momento da ocorrência dos fenômenos de refração e reflexão.

A segunda parte se caracteriza na elaboração dos experimentos através de roteiros experimentais ajustados de acordo com o conteúdo e o grau cognitivo do aluno.

Juntamente com os roteiros são fixadas sínteses dos conteúdos, um problema a ser investigado, materiais necessários a serem utilizados e alguns exercícios, os quais deverão ser resolvidos durante e/ou após a elaboração do experimento.

Por fim, a terceira etapa cabe totalmente ao professor, oportunidade na qual pelo método que lhe couber, fará uma devolutiva aos alunos, elencando os erros e acertos, frisando nas diversas hipóteses que ambos levantaram.

Para tanto, é necessário entender que é imprescindível questionar de maneira construtiva o porquê de cada hipótese e principalmente quais seriam as soluções mais plausíveis para a eficácia do experimento desenvolvido por eles.

É preciso esclarecer aos alunos que por algum motivo não alcançaram de maneira adequada seu experimento final, ou seja, erraram, que é necessário passarem pelo processo de reversibilidade, visando desta forma diagnosticar em que momento houve o erro ou o equívoco.

As etapas iniciais deste trabalho foram desenvolvidas na Escola Municipal de Ensino Fundamental e Educação Infantil (EMEFEI) José Nunes dos Santos, localizada no Distrito de Guachos, Município de Martinópolis, Estado de São Paulo.

A unidade escolar possui em sua estrutura onze salas de aula, sendo duas para a Educação Infantil (1ª e 2ª Etapas), Ensino Fundamental (Ciclo I) e Ensino Fundamental (Ciclo II).

Há nesta unidade uma biblioteca com poucos recursos na área de Ciências da Natureza e uma sala de informática composta de onze computadores, mas em funcionamento existiam apenas 40%.

A unidade escolar não dispunha de um laboratório enquanto espaço físico, contando apenas, para o desenvolvimento das atividades científicas, um material chamado “Laboratório Portátil de Ciências”, expresso pela Figura 3.

Figura 3: “Laboratório Portátil de Ciências”



O Laboratório Portátil de Ciências existente nesta unidade escolar contém materiais defasados e desgastados devido ao longo tempo de uso, por falta de reposição e manutenção de seus componentes.

Apesar de tamanha defasagem nos materiais ofertados pela unidade escolar para o desenvolvimento de aulas práticas, não houve impacto no processo de aplicação e observação desta pesquisa, uma vez que os experimentos propostos aos alunos foram realizados com materiais de baixo custo, fácil acesso e manuseio.

Alguns experimentos foram propostos aos alunos do 8º e 9º Anos do Ensino Fundamental (Ciclo II) nos conceitos de propriedades da matéria, óptica, eletromagnetismo e termodinâmica; conteúdos estes presentes na disciplina de Ciências da Natureza, conjugados ao ensino de Física para serem elaborados e compreendidos.

Para este trabalho serão abordados os experimentos referentes aos conteúdos programados para do 8º Ano, volume 2 do Caderno do Professor (SEE, 2014), estabelecidos no “Tema 2: Energia No Cotidiano e No Sistema Produtivo”. Tal tema inicia-se na situação de aprendizagem de número 5, do mesmo material.

Espera-se que através deste tema os alunos desenvolvam as habilidades necessárias para compreender a eletricidade no dia a dia; como funciona a energia elétrica em nossas casas; os cuidados que se devem ter no

uso da eletricidade; quais são as fontes e produção de energia elétrica e, por fim, as relações transporte, combustíveis e sua eficiência.

No 8º Ano abordou-se a situação de aprendizagem de número 5, ocorrendo os primeiros contatos com o assunto “Eletricidade”. Neste primeiro momento realizou-se um mapeamento dos conhecimentos prévios dos alunos e o questionamento de como seriam suas vidas sem alguns aparelhos elétricos.

Em um segundo momento, os alunos tabelaram os aparelhos elétricos que utilizam em sua rotina, classificando em algumas características semelhantes como, por exemplo, os que consomem mais ou menos energia e o porquê dessa ocorrência. Nesse momento, conseguiu-se até levantar uma reflexão sobre o consumo excessivo de energia.

Os conhecimentos já adquiridos sobre o tema favoreceram muito o andamento desta pesquisa, pois serviu de direcionamento para os alunos começarem a compreender o funcionamento e a importância da eletricidade.

Dando continuidade ao Tema 2, do material apostilado, abordou-se a situação de aprendizagem de número 6, volume 2, do Caderno do Professor (SEE, 2014). Essa situação de aprendizagem traz duas propostas de atividades experimentais: *“Aprendendo a acender uma lâmpada: o primeiro circuito”* e *“construindo uma luminária: abrindo e fechando um circuito”*.

Essas atividades experimentais podem ser classificadas em roteiros direcionados, em disposições não estruturadas e estruturadas. Nota-se uma atividade funcional e instrucional quanto sua metodologia presente no experimento do currículo, podendo classificá-lo como demonstrativo e quantitativo com aparatos simples.

Utilizando o mesmo experimento enunciado no material apostilado, ao efetuar-se uma nova classificação, alteramos o roteiro, visando um novo caminho a prosseguir.

Com um novo objetivo traçado, os novos roteiros se classificaram como não estruturados, instrucional e epistemológico, pois seu conhecimento será construído ao mesmo tempo.

No que diz respeito à metodologia, a mesma estará atrelada no campo quantitativo com aparatos simples e na problematização.

A turma do 8º Ano é composta por treze alunos. Desse modo, separou-se a turma em quatro grupos, sendo: três grupos de três integrantes e um grupo de quatro integrantes.

Todos os integrantes dispunham dos mesmos conhecimentos ministrados em aula e dos mesmos materiais.

A diferença consiste nos modelos de roteiros diferentes para cada grupo: o proposto pelo currículo (Roteiro 1) e o proposto por essa pesquisa, como citado acima, um roteiro não estruturado (Roteiro 2). Ambos os roteiros estão presentes no Anexo I.

A proposta inicial seria de um sorteio aleatório dos roteiros experimentais, porém os alunos optaram por escolher seus roteiros. Os grupos um e dois optaram por desenvolver o roteiro 1, já os grupos três e quatro ficaram a cargo do desenvolvimento do roteiro 2.

Vale a pena ressaltar neste momento que embora ambos os roteiros tenham sido elaborados de maneira diferentes em sua estrutura, a formalização do conhecimento ocorreu através da utilização da prática em laboratório como uma ferramenta didática a ser utilizada pelos professores.

O tempo destinado à realização desta atividade experimental foram de, aproximadamente, quatro aulas de cinquenta minutos, sendo-as realizadas no pátio da escola e na sala de informática. Tais aulas possibilitaram uma troca mútua de informações e conhecimentos.

Os alunos, durante a construção de seus experimentos, tiveram liberdade de recorrer aos livros, presente na unidade escola, aos seus cadernos e a internet. Sempre com a responsabilidade de investigar e compreender o fenômeno físico que estaria por acontecer.

Durante a realização das atividades, o professor agiu como mediador, dando espaço para os alunos construírem seus experimentos, observando todo o processo de ensino e aprendizagem.

4.1. Entendendo a Eletricidade

A eletricidade se faz presente em quase tudo em nosso dia-a-dia através dos meios de comunicação que funcionam por meio da eletricidade, os estímulos que geram os movimentos realizados por nosso corpo, até as reações químicas ocorrem por meio de forças elétricas.

Por volta do século XVII a humanidade aprendeu como produzir corrente elétrica, através fluxo contínuo de elétrons livres conduzidas por fios metálicos.

Estes elétrons se comportam de maneira desordenada por estarem em sua última camada eletrônica, dispendo de uma ligação fraca em sua estrutura. Por isso são chamados de **elétrons livres**.

Os elétrons livres são aqueles que, ao receberem uma quantidade de energia realizam um salto quântico mudando sua camada eletrônica. Nos matérias de melhor condutividade os elétrons se encontram em sua última camada eletrônica.

Ao inserir uma força elétrica os elétrons começam a sofrer uma ordem levando a um caminho a ser percorrido, este movimento ordenado recebe o nome de **corrente elétrica**.

A descoberta da corrente elétrica abriu as portas para muitos pesquisadores permitindo uma série de estudos, por exemplo, à invenção dos motores elétricos e dos dínamos, influenciando na segunda fase da Revolução Industrial.

Em meados do século XIX as descobertas fundamentais em relação a eletricidade ficaram a cargo dos físicos Hans Christian Oersted (1777-1851), André Marie Ampère (1775-1836) e Michael Faraday (1791-1867).

Hans Christian Oersted, nascido em 1777 na Dinamarca, formou-se em farmácia pela Universidade de Copenhague onde, em 1804 começou a lecionar Física e Química.

Antes dos estudos de Oersted, os efeitos magnéticos e elétricos eram considerados distintos. Em 1820 Oersted realizou um experimento comprovando uma relação direta entre ambos conceitos, denominada atualmente como Eletromagnetismo.

Para a realização de seu experimento, Oersted inseriu um fio condutor próximo a uma bússola, percebendo que a presença da corrente elétrica exercia ação sobre a agulha da bússola.

Logo, Oersted concluiu que quando temos a ação da corrente elétrica, ou seja, “o movimento ordenado dos elétrons” temos a produção um campo magnético em torno de seu sentido.

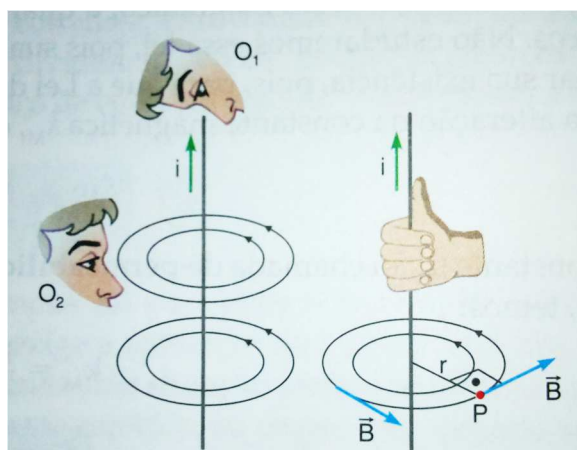
André Marie Ampère, nascido em 1775 na França, teve sua educação supervisionada por seu pai Jean Jacques Ampère que, por medo de ter um filho influenciado pela educação religiosa o educou dentro de casa com o auxílio de sua biblioteca.

Baseando-se nas descobertas de Oersted, descobriu as leis de atração e repulsão sofridas por uma corrente elétrica. Sendo homenageado ao atribuírem seu nome a unidade de medida da corrente elétrica **ampère (A)**.

A Lei de Ampère enuncia que o sentido do campo magnético gerado por uma corrente elétrica depende diretamente do sentido da corrente elétrica, atualmente conhecida como “Regra da Mão Direita”.

A Figura 4 demonstra a ocorrência do campo magnético decorrente de um fio retilíneo por onde se passa uma corrente elétrica i .

Figura 4: “Campo Magnetico de Um Fio Retilíneo” (Universo da Física, v. 3 p. 348)



Partindo da Lei de Biot-Savart, a corrente elétrica é proporcional ao campo magnético produzido, portanto, a intensidade do campo magnético (B) é

proporcional a intensidade da corrente elétrica (i) em modo circular ao fio retilíneo.

Denominou-se Lei de Ampère que o campo magnético (B) será gerado por uma intensidade de corrente elétrica (i) com influência da permeabilidade magnética do vácuo (μ) a certa distância (R) do fio condutor, de acordo com a Equação 1:

Equação 1

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2\pi \cdot R}$$

Michael Faraday, nascido em 1791 na Inglaterra, filho de ferreiro, não teve muita instrução educacional devido a sua condição social. Aos quatorze anos Faraday passou a trabalhar como aprendiz de encadernador, onde teve acesso a vários livros em seu tempo livre.

Em 1810, após um curso de Filosofia Natural, Faraday resolveu largar seu emprego de encadernador de livros, passando a trabalhar no laboratório de ciências *Royal Institution*, onde veio a se tornar no diretor.

Durante muitos de seus estudos, Faraday notou que a presença de um ímã dentro de uma bobina demonstrava a existência de corrente elétrica, originalizando a “Lei de Indução de Faraday”.

Para Faraday a intensidade da força eletromotriz induzida (ε) é igual a variação do fluxo magnético ($\Delta\Phi$) existente no interior de uma espira decorrente de um intervalo de tempo (Δt), expressa matematicamente pela Equação 2:

Equação 2

$$|\varepsilon| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

Todos os estudos no campo do eletromagnetismo sempre foram de grande importância para um melhor desenvolvimento da humanidade e compreensão do mundo ao nosso redor.

Querendo utilizar os benefícios da corrente elétrica alguns limites se fizeram necessários, por exemplo, como não tomar um choque ao trabalhar com os condutores elétricos, ou como conduzir a corrente elétrica por longas distâncias sem danificar os fios e a rede, ou seja, questões como essa aguçaram a curiosidade dos pesquisadores da época.

As características que diferenciam os materiais de se tornarem bons ou maus condutores elétricos depende diretamente da estrutura atômica de cada substância presente nos materiais.

Tornam-se condutores elétricos os materiais que, em sua estrutura atômica, possuem uma grande quantidade de elétrons encontrados na camada de condutividade (elétrons livres), ou seja, a última camada do átomo.

Em cada condutor elétrico, atravessando a seção reta, passa-se determinada quantidade de carga elétrica (Δq) por um intervalo de tempo (Δt). A razão entre carga elétrica e tempo gasto é conhecida como “intensidade da Corrente Elétrica”, expressa pela Equação 3:

Equação 3

$$i = \frac{|\Delta q|}{\Delta t}$$

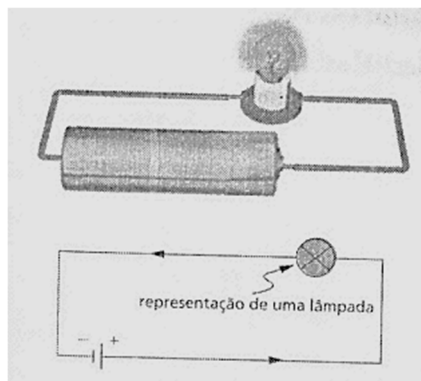
Para que ocorra a ordenação dos elétrons livres é necessário que uma diferença de potencial (ddp) entre os pontos do material. Essa diferença de potencial (ddp) pode ser causada por um gerador (fonte de energia).

Para os fios condutores, após a ddp os elétrons deslocam-se do polo negativo ao polo positivo. Nos geradores ocorre o movimento oposto, os elétrons deslocam-se do polo positivo ao polo negativo, mantendo a corrente em funcionamento.

Em um circuito elétrico simples, a corrente elétrica percorre o fio chegando até a lâmpada, por exemplo, retornando ao gerador, mantendo um ciclo periódico.

A Figura 5 exemplifica a ocorrência de um circuito elétrico simples, partindo do polo positivo do gerado.

Figura 5: “Circuito Elétrico Simples”



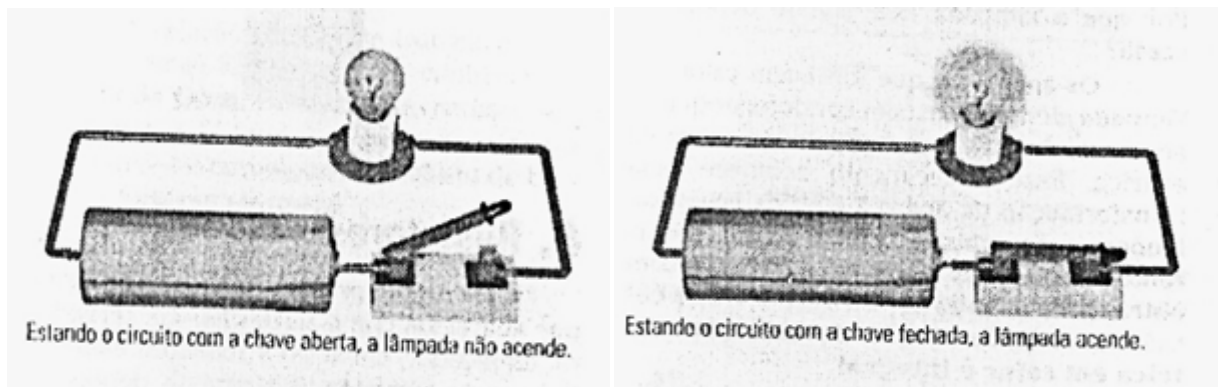
Quando a corrente elétrica passa pelo filamento da lâmpada, está encontra uma resistência em alguns pontos, exercendo nesses pontos uma força maior para continuar seu ciclo.

Com o aumento dessa força ocorre um aquecimento do resistor, transformando a energia elétrica em energia térmica, obedecendo ao Princípio da Conservação de Energia (energia não pode ser criada, sempre será transformada), obtendo por sua vez a luz.

O interruptor exerce a função ligar e desligar uma lâmpada. Isso ocorre através do ciclo completo da corrente. Para que esse ciclo se complete, precisamos de uma chave de metal ou qualquer condutor elétrico que ligue as extremidades do circuito.

A Figura 6 traz dois exemplos de circuito, um com a chave aberta (não há corrente elétrica) outro com a chave fechada (há corrente elétrica).

Figura 6: “Circuito Aberto e Fechado”



Ao fechar o circuito, o aquecimento decorrente da resistência apresentada pela lâmpada, é transformada em energia térmica pelo Efeito Joule, causada pelas colisões entre os elétrons livres com o material condutor, provocando um aquecimento no material condutor.

Toda dificuldade encontrada pela corrente elétrica derivada dos resistores, define uma relação inversamente proporcional, ou seja, quanto maior for a resistência, menor será a intensidade da corrente.

Os conceitos de resistência elétrica foram apresentados pelo físico George Simon Ohm, nascido em 1787 na Alemanha. Seus estudos postularam duas leis que determinam a resistência elétrica nos condutores.

A Primeira Lei de Ohm estabelece que a resistência (R) elétrica se mantém constante, em condutores ôhmicos, quando a intensidade da corrente elétrica (i) for diretamente proporcional a variação da ddp (U), expresso matematicamente pela Equação 4:

Equação 4

$$R = \frac{U}{I} \leftrightarrow U = R \cdot i$$

Cada material condutor possui sua constante de resistividade (ρ), diretamente proporcional a resistência (R) elétrica, ou seja, quanto maior a resistividade do material, maior será a resistência elétrica.

Ohm, em sua Segunda Lei, estabelece que a resistência (R) de um fio condutor qualquer será diretamente proporcional ao seu comprimento (L) e,

inversamente proporcional a sua área (A) de secção, como descrito na Equação 5:

Equação 5:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

Os estudos de Ohm, bem como vários outros físicos que dedicaram seus estudos à compreensão dos conceitos eletromagnéticos, nos proporcionaram em como devemos trabalhar com a eletricidade de forma segura e produtiva.

Esses estudos que, nortearam a evolução dos conceitos no ramo do eletromagnetismo, aconteceram pelo método da tentativa e erro, aplicando todas as teorias em uma prática fundamental: O experimento.

5. Discussão e Resultados

Na estruturação da sequência didática, vinculando a teoria de Vygotsky sobre as Zonas de Desenvolvimento e as teorias de Ausubel referentes aos Processos de Aprendizagem, para cada etapa teve-se a preocupação de garantir que o aluno venha obter uma aprendizagem significativa.

Na estruturação da sequência didática entrelaçamos, cada etapa, a teoria das Zonas de Desenvolvimento de Vygotsky junto aos estudos de Ausubel referentes aos Processos de Aprendizagem.

Durante a realização da Primeira Etapa da sequência didática, observou a Zona de Desenvolvimento Real em que os alunos se encontram, descobrindo o ponto de partida para a apresentação dos conteúdos.

Ao iniciarmos a Segunda Etapa, o desenvolvimento das atividades experimentais conduzimos os alunos a Zona de Desenvolvimento Imediato, onde ele, na realização da atividade, será o responsável por sua aprendizagem.

Apropriando-se dos Processos de Aprendizagem de Ausubel, na construção do experimento os novos conceitos físicos irão se relacionar na estrutura cognitiva do aluno por mérito seu.

Na discussão dos grupos, abordou-se as aprendizagens mecânicas e significativas, ambas pelo método da descoberta, uma vez que, o aluno, teve que construir o experimento com base nos conhecimentos adquiridos ou buscando por informações adicionais.

Por fim, a Terceira Etapa, o momento da culminância dos trabalhos finalizados, onde o professor atuará como o mediador do conhecimento, intervindo quando houver necessidade.

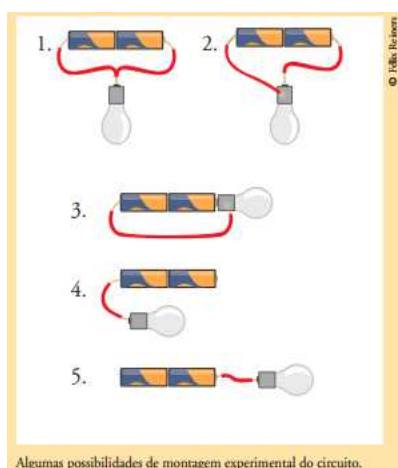
Após a devolutiva feita aos alunos, permitindo que eles, transacionem da Zona de Desenvolvimento Imediato, para a Zona de Desenvolvimento Real, efetivando o conhecimento dos alunos, concluindo o processo de aprendizagem significativa, segundo Ausubel.

Embora tenham ocorrido alguns percalços, dúvidas e questionamentos, os alunos demonstraram grande interesse em compreender o funcionamento de um circuito elétrico.

No desenvolvimento do experimento *“Aprendendo a acender uma lâmpada: o primeiro circuito”* observou-se que os alunos conseguiram notar que nem todas as maneiras de se conectar os fios à lâmpada fazem com que ela acenda.

A Figura 7 apresenta alguns meios de conexão dos fios entre as pilhas com a lâmpada.

Figura 7: “Experimento 1” (Caderno do aluno 7ª Série/8º Ano, v. 2, p. 65)



Os modos como a Figura 7 conecta os fios no ponto um, por exemplo, gerou um questionamento aos alunos: *“por que mesmo estando o circuito fechado a lâmpada não acende?”*.

Algumas hipóteses, muitas vezes até inusitadas, foram levantadas pelos próprios alunos, tais como: *“isso aconteceu porque quando prendemos as duas pontas do fio a energia trava”*; ou mesmo, *“a lâmpada não acendeu porque se um polo é positivo e outro negativo, quando juntos é igual à zero”*.

As mais variadas soluções foram levantadas, permitindo que essas discussões dessem aos alunos suporte e curiosidade para realmente entender o que aconteceu para a lâmpada não acendessem.

Recorrendo à internet, quatro alunos chegaram à conclusão de que: *“a lâmpada não acendeu porque houve um curto circuito”*. Nesse momento o professor conseguiu formalizar aos alunos o que, de fato, ocorreu.

Em decorrência do curto circuito haverá o aquecimento da pilha e, por consequência, a pilha será descarregada, ou seja, perderá parte de sua energia acumulada.

Nessa montagem, embora os alunos tenham fechado o circuito, a corrente não está passando pelo resistor (a lâmpada); podendo-se então dizer que há um curto circuito. Quando o fio não se encostar à parte descascada do outro fio, não há curto e não há fechamento do circuito.

Nas montagens dois e três, os alunos, obtiveram um maior êxito, entendendo então, a partir da montagem um, como ocorre o fechamento correto de um circuito elétrico.

Na Figura 8, pode-se observar alguns alunos realizando, de maneira correta, o fechamento de um circuito e acendendo a lâmpada, o que se define como seu principal objetivo.

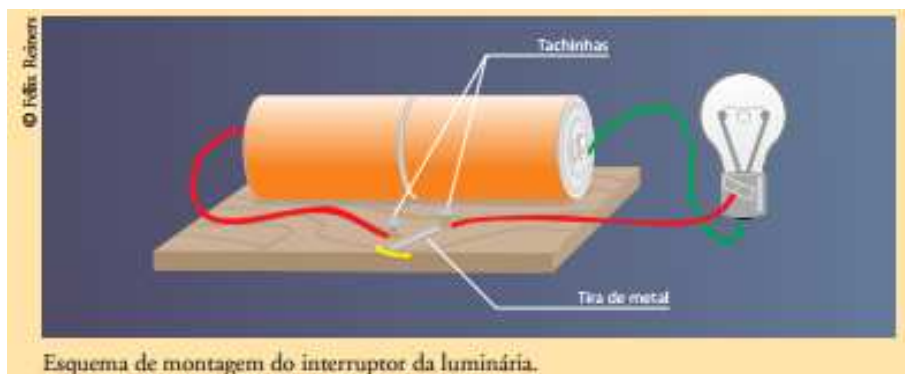
Figura 8: “Alunos Realizando a Montagem 3”



Nas montagens quatro e cinco os alunos não conseguiram acender a lâmpada, mas puderam concluir que isso ocorreu porque o circuito estava aberto devido aos polos da pilha não estarem conectados aos polos da lâmpada.

O experimento “*Construindo uma luminária: abrindo e fechando um circuito*” traz de forma simples e objetiva a real função do interruptor, permitindo a compreensão do funcionamento de luminárias, abajur, etc., como mostra a Figura 9.

Figura 9: “Experimento 2” (Caderno do aluno 7ª Série/8º Ano, v. 2, p.66)



No desdobrar deste experimento os alunos começaram a questionar ‘como por meio de um fio condutor, a lâmpada acende’. Conseguiram compreender a função do interruptor em deixar um circuito aberto e fechado.

Nesse momento, fez-se necessário a explicação do que seria uma corrente elétrica. Para que os alunos pudessem entender um pouco mais sobre o assunto, um levantamento histórico foi realizado.

Ao mostrar o surgimento dos estudos sobre corrente elétrica, sua necessidade e, como tal estudo foi importante para chegarmos ao uso da eletricidade que temos hoje, percebeu-se como a visão da turma mudou, pois, os alunos demonstraram satisfação em poder trabalhar com algo que, no passado, não era acessível a todos.

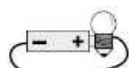
Com o término das atividades experimentais, o caderno do aluno traz alguns questionamentos como “*Como fazemos para acender uma luminária? E para apagá-la?*”, e “*Qual a semelhança entre o circuito da luminária e um interruptor?*”.

Notou-se que todos os alunos conseguiram responder de forma objetiva as questões acima citadas. Os integrantes dos grupos três e quatro (Roteiro 2) responderam de maneira mais explicativa, talvez suas respostas se deram desta maneira devido ao estilo de seu roteiro, onde houve uma necessidade maior de informações, tentativas e suposições.

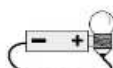
Após as discussões realizadas, dois exercícios foram selecionados, presentes na Figura 10, contendo modelos de circuito elétrico, promovendo uma análise dos rendimentos das atividades experimentais.

Figura 10: “Exercícios – Corrente Elétrica”

1. (UFMG 2010) Um professor pediu a seus alunos que ligassem uma lâmpada a uma pilha com um pedaço de fio de cobre. Nestas figuras, estão representadas as montagens feitas por quatro estudantes:



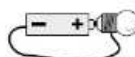
Carlos



João



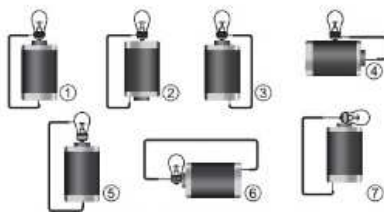
Mateus



Pedro

Considerando-se essas quatro ligações, é CORRETO afirmar que a lâmpada vai acender apenas?

2. (Enem 2011) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: Investigando o aprendizado*. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

Durante a correção do exercício, apresentada na Figura 10, três, dos treze alunos, tiveram dificuldade em resolver o exercício de número 2. Ambos alegaram que na imagem 6 do exercício a lâmpada acenderia.

Propôs-se à sala a uma discussão, fazendo com que todos os alunos expressassem sua posição perante a resposta dada; o que marcou o conhecimento que todos demonstraram sobre o conceito físico.

Essa troca de experiência, mediada pelo professor, desenvolve nos alunos uma autonomia em seu processo de aprendizagem. Além de investigarem o conceito físico, têm a liberdade de expressarem suas hipóteses, opiniões, certas ou erradas, sobre o experimento e a aula.

O presente exercício pode confirmar que a atividade experimental demonstrou efeito significativo na vida dos alunos, facilitando a progressão nos conteúdos curriculares.

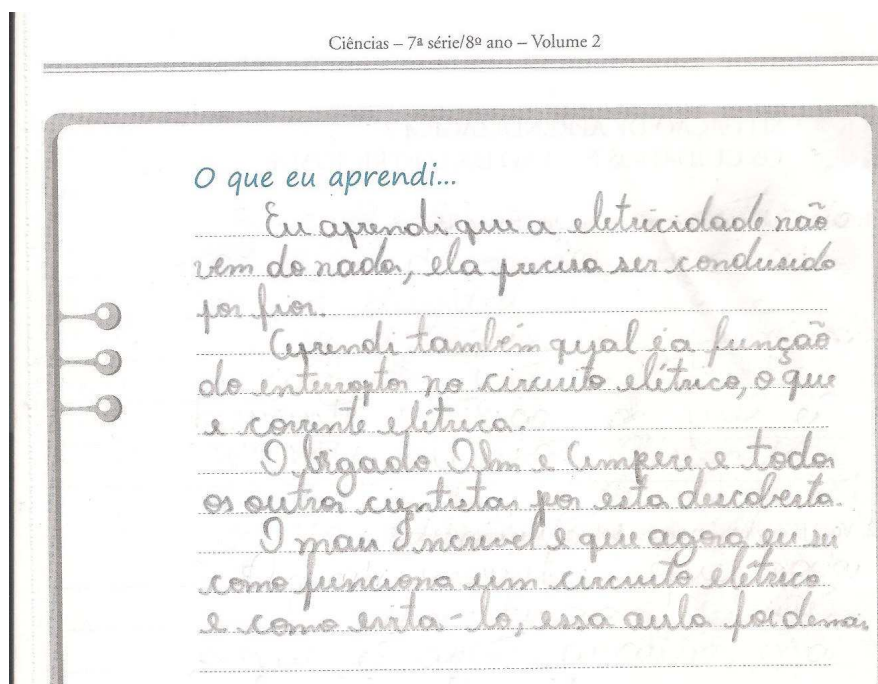
Após realização da análise, discussões, finalizou-se a situação de aprendizagem 6, do volume 2, do material apostilado da Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo.

Vale destacar que o material apostilado traz no final uma seção chamada “O que eu aprendi...”. Nesta seção o aluno pode relatar o que aprendido por ele, o que mais chamou sua atenção, o que ele entendeu da aula.

Em resumo, a sala discorreu sobre a fascinante “corrente elétrica”, como ela chega até suas casas e como é preciso ter cuidado com um circuito elétrico para que ele não entre em curto ou cause danos.

Na Figura 11, extraída do material apostilado de um aluno, temos seu ponto de vista após aplicação do roteiro experimental e término dessa situação de aprendizagem.

Figura 11: “O que eu aprendi...” (Caderno do aluno 7ª Série/8º Ano, v. 2, p.69)



Essa abertura de interesse, que se iniciou a partir de uma atividade experimental, passando por uma reflexão discursiva em sala, fornece meios que possam garantir um processo de ensino de qualidade.

Verifica-se a eficácia da prática laboratorial como ferramenta didática e recurso metodológico e que esta prática deve ser utilizada constantemente pelos professores.

Aplicaram-se outros roteiros experimentais, seguindo as classificações e direcionamentos apresentados acima; projetando-se uma visão mais genuína e ilibada dos objetivos traçados nesta pesquisa.

Dando continuidade a nossas aulas, na situação de aprendizagem 7, volume 2, após uma sondagem feita com os alunos sobre a necessidade de tomar cuidado com a eletricidade, realizou-se outro experimento.

Neste experimento os alunos teriam que testar vários materiais e, descobrir, em quais deles a lâmpada acenderia ou não, tentando entender o que faria a lâmpada acender.

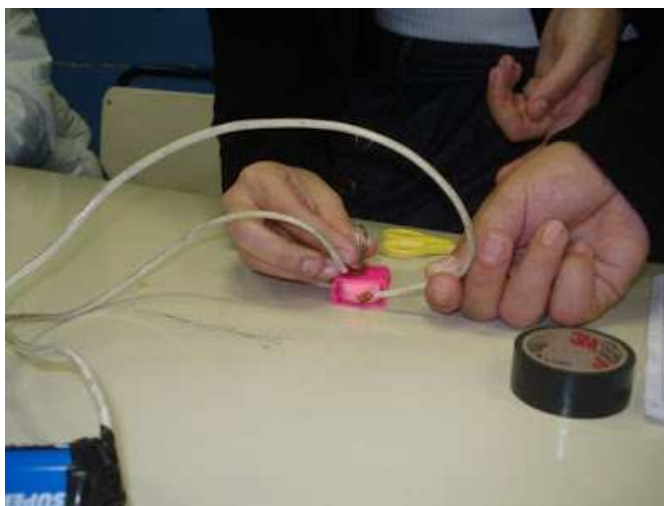
Os alunos organizaram-se em grupos, os mesmos citados acima. Utilizando o material do experimento *“Aprendendo a acender uma lâmpada: o primeiro circuito”*, tiveram que acender a lâmpada conectando os fios em alguns materiais.

Todos os grupos foram instruídos de que poderiam escolher qualquer material que estivesse na sala, ou até mesmo os que fizessem parte de seu material escolar.

Seguindo o roteiro experimental, presente no Anexo II, tiveram que descobrir quais materiais iriam acender a lâmpada, em seguida, classificá-los em condutores ou isolantes de eletricidade.

A Figura 12 mostra uma tentativa de acender uma lâmpada que está localizada em cima de uma borracha.

Figura 12: “Aluno Tentando Acender uma Lâmpada”



Como mostra a Figura 12, a lâmpada não acendeu, levando a uma nova discussão em sala, conseqüentemente, gerando curiosidade nos alunos, abrindo caminho para uma discussão.

Após inúmeras tentativas, em diversos objetos, os alunos quiseram entender qual a diferença entre, por exemplo, uma moeda onde a lâmpada acendeu e uma borracha.

O objetivo nesta aula foi o de discutir com os alunos que alguns materiais são isolantes e, desse modo, não deixam passar a eletricidade, e outros são condutores, ou seja, permitem que a eletricidade circule.

Nesse experimento, materiais de madeira (lápiz), borracha e plástico são isolantes e não deixam a eletricidade circular (não fecham o circuito) e, assim, não permitem acender a lâmpada.

Já os materiais feitos de metal, como a tesoura, a chave de fenda e o martelo permitem a passagem de eletricidade pelo circuito (fecham o circuito), e, assim, a lâmpada acende.

Na continuação da situação de aprendizagem 7, do volume 2, do material apostilado da Secretaria Estadual da Educação do Estado de São Paulo, o texto *“Choque elétrico: como evitá-lo”*, traz informações importantes sobre a ocorrência do choque elétrico.

O desenvolvimento deste experimento forneceu subsídio para que o aluno possa progredir em seus estudos, levando a compreender com maior facilidade os conceitos relacionados a tal assunto.

Nas situações de aprendizagem seguintes, do volume 2, o professor conseguirá desenvolver um trabalho de maior qualidade, rendimento e perspectiva no rendimento dos alunos.

Os roteiros experimentais que foram aplicados em sala de aula, acrescidos das discussões, demandaram um grande tempo. Todavia, é visível o retorno desse tempo.

Quando os alunos conseguem ter uma visão global e genuína sobre o conceito, a explicação que vem a seguir tem força suficiente para fazer com que o aluno aprenda com qualidade e, melhor, queira aprender.

Enquanto os alunos realizavam os roteiros experimentais (Roteiro 1 e Roteiro 2), algumas ressalvas foram de grande auxílio e extrema importância no desdobrar desta pesquisa.

Observou-se que os grupos responsáveis pelo roteiro de experimento não estruturado gastaram mais tempo para alcançarem seu produto final. Todo esse tempo aplicado gerou um acúmulo de experiências pelo método da tentativa e erro.

Em um seminário realizado em sala, sete dias após aula experimental, os alunos tiveram que explorar todas as hipóteses certas ou erradas; demonstrando desta forma mais domínio dos conceitos sobre circuito elétrico, consolidando seu aprendizado de maneira significativa.

Em contrapartida, os grupos incumbidos do roteiro de experimento estruturado, identicamente obtiveram sua aprendizagem automática, no mesmo período, sete dias após a aula experimental.

Os alunos mal recordaram os conceitos aplicados na elaboração do seu produto final; recordaram-se dos materiais utilizados e que houve uma sequência, entretanto não conseguiram enumerar a ordem, muito menos a maneira de como construir o circuito elétrico.

Contudo deve-se salientar que todos os alunos conseguiram identificar a diferença de um circuito simples e o acontece com um circuito quando se está fechado e aberto.

6. Conclusão

Essa pesquisa teve por finalidade estudar se as práticas em laboratórios podem auxiliar no processo de ensino, impactando o aluno, fornecendo subsídio para que ele venha a se tornar o protagonista de seu conhecimento.

Na grande parte dos roteiros experimentais propostos pelo material apostilado da Secretaria Estadual da Educação do Estado de São Paulo (SEE), o caderno do aluno, os roteiros experimentais não trazem em sua estrutura um objetivo ou uma problemática para o aluno.

Tais roteiros contam com o passo a passo que o aluno deve seguir, em muitos casos sem nem ter de raciocinar, apenas chegando a um determinado experimento, respondendo às perguntas do material apostilado.

Se necessário, chegar ao experimento errado, realizando a reversibilidade, analisando passo a passo seu erro, e por sua vez, o diagnosticando.

Dessa forma, seja um roteiro Estruturado ou Não Estruturado, é crucial que traga em si, no mínimo, um objetivo claro e uma problemática que esteja ao nível do aluno ou do grupo. A problemática é sempre desafiadora, desperta algum sentimento, aguça a vontade de resolver e explicar como se resolve.

É de extrema importância que qualquer atividade experimental esteja atrelada diretamente no ambiente científico, onde ele possa ser estimulado, desenvolvendo suas hipóteses e resultados.

Dessa maneira tem-se a importância da união entre a prática laboratorial e a estruturação de um bom roteiro experimental. Esse conjunto tem ação transformadora em qualquer espaço físico que esteja à disposição do docente, transformando-se em um ambiente de aprendizagem científica.

Deste modo posso atrelar minha visão, tanto de professor quanto de pesquisador, explanando que o ápice da aprendizagem significativa está na aplicação da teoria com a prática.

Podemos então, afirmar que, uma delas é a prática laboratorial, permitindo ao aluno errante e consciente que o seu saber depende da sua própria autonomia.

7. Produto Final

A proposta de um produto para este trabalho de pesquisa fornecido ao programa de Pós-Graduação da Instituição de Ensino Superior Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Campus de Presidente Prudente, no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física é a elaboração de um material paradidático.

Tem-se como propósito a produção de um material paradidático composto de informações sobre os aspectos de classificação e organização dos experimentos quanto a suas disposições (objetivos), suas atividades (montagem) e suas metodologias (didática).

Todo material paradidático preparado ficará anexado na dissertação e, será disponibilizado em versões de arquivos em pdf para *download* no website <https://douglashob.github.io/experimentofisica/>.

O material paradidático *“Roteiros Experimentais de Física: Uma Proposta Para o Ensino”* é composto por oito capítulos, organizados da seguinte maneira: Capítulo 1 – Astronomia, Capítulo 2 – Mecânica, Capítulo 3 – Mecânica dos Fluídos, Capítulo 4 – Termodinâmica, Capítulo 5 – Óptica, Capítulo 6 – Ondulatória, Capítulo 7 – Eletromagnetismo e Capítulo 8 – Física Moderna.

Visando a elaboração de um material paradidático organizado e repleto de experimentos que possam ser aplicados em sala de aula, pretende-se atingir um material mais aproximado e condizente com a realidade vivenciada na educação do século XXI.

Como dito nesta pesquisa, nem todos os experimentos podem ser montados a partir de um roteiro não estruturado, pois por mais simplificado e realista que ele seja, é necessário que contenha passos a serem seguidos.

Nesse sentido, observa-se que é necessária a estruturação para que os erros sejam amenizados ao máximo desenvolvendo as habilidades e competências necessárias para atestar e comprovar suas hipóteses, permitindo sua formação crítica.

Por fim, seja qual for o tipo de atividade experimental que o docente pretenda trabalhar, espera-se que esse material paradidático agregue valores em seu desempenho pedagógico.

8. Perspectivas futuras

Atualmente as discussões no campo de ensino e aprendizagem vêm tomando proporções imensas, sempre com a finalidade de produzir melhorias, almejando melhores índices.

Uma dessas discussões gerou a nova Base Nacional Comum Curricular, homologada no ano de 2017, iniciando o processo de formação e capacitação dos profissionais da educação, dando diretrizes igualitárias ao Estado.

Pesquisas são desenvolvidas dia a dia nas áreas de ensino, agregando valores e vencendo obstáculos, auxiliando a classe educacional. A elaboração de um material simples e objetivo, como o proposto nessa dissertação, pretendem atingir diretamente o aluno.

Segundo a vice-diretora da Escola Estadual Professor Ivo Liboni Maria José P. Dundi, *“é importante o desenvolvimento de um material desse porte, com essa estrutura, acarretando tanto ao professor quanto ao aluno uma facilidade no trabalho pedagógico”*.

Para que se tenha um rendimento maior e um impacto direto no processo educacional, parcerias se fazem necessárias para a divulgação, tanto do produto final, quanto da pesquisa realizada no programa.

Junto com Diretoria de Ensino Regional de Presidente Prudente, em parceria com o Professor Coordenador do Núcleo Pedagógico - PCNP que compõem o Eixo de Ciências Naturais, serão realizadas Orientações Técnicas – OT’, com o objetivo de disseminar o material desta pesquisa.

Futuramente, cursos de capacitações pedagógicas serão organizados, visando apresentar aos docentes que existem caminhos para sua melhoria; tanto da prática pedagógica, como do desempenho de seus alunos, qualificando os resultados de ensino.

Sempre com a utopia de uma educação de qualidade, com professores capacitados e com resultados plausíveis, estudiosos se dispõem não só a propor determinados resultados, mas, mostrar caminhos prazerosos e eficazes na educação científica, formando cidadãos críticos e reflexivos em sua totalidade.

9. Anexo I

Roteiro 1 – Proposto pelo Currículo

Experimento 1: “Aprendendo a acender uma lâmpada: o primeiro circuito”
(Caderno do aluno 7ª Série/8º Ano, v. 2, p. 63)

1. O que acontece quando apertamos um interruptor de luz? Por que a lâmpada acende? Registre suas ideias no caderno.

Material

Um pedaço de fio cabinho (fio de telefone) de 40 cm de comprimento

Uma lâmpada de 3v (aquelas de lanterna)

Duas pilhas (1,5v cada)

Fita adesiva

Tesoura sem ponta.

É importante que o fio cabinho esteja com as pontas desencapadas.

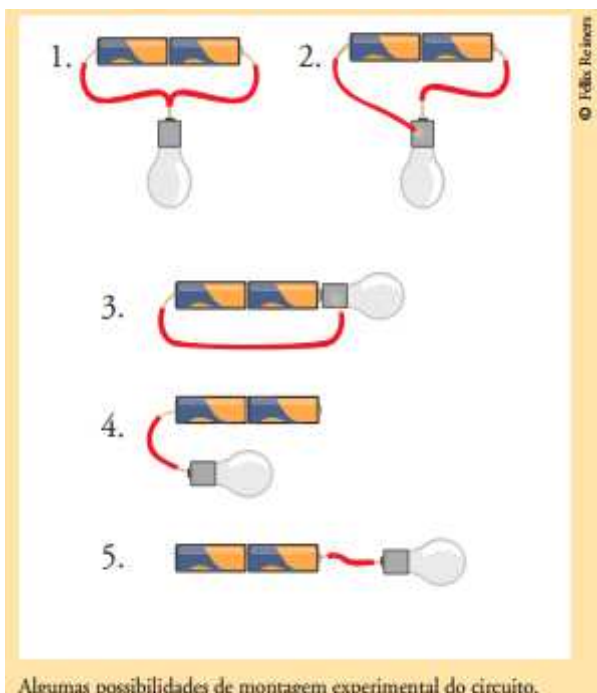
Procedimento

1. De posse desse material, faça a lâmpada acender. A cada tentativa, você deve desenhar o arranjo e dizer se a lâmpada acendeu ou não.

2. Compare os desenhos que você fez com as montagens apresentadas na imagem a seguir. Quais desses arranjos você fez? Em qual(is) deles a lâmpada acendeu?

3. Depois de realizada a experiência, responda: Por que a lâmpada acende quando acionamos o interruptor de luz? E por que ela apaga quando o acionamos novamente?

Imagem extraída do caderno do aluno 7ª Série/8º Ano, v. 2, p.65.



Experimento 2: “Construindo uma luminária: abrindo e fechando um circuito”.
(Caderno do aluno 7ª Série/8º Ano, v. 2, p. 66)

Agora vamos introduzir um interruptor para ligar e desligar a lâmpada, ou seja, fechar e abrir o circuito.

Material

Uma lâmpada de lanterna de 3v (a mesma usada na experiência anterior)

Fios cabinho (fios de telefone)

Duas tachinhas

Tiras de metal de uma lata de refrigerante

Lixa; Duas pilhas (1,5v cada)

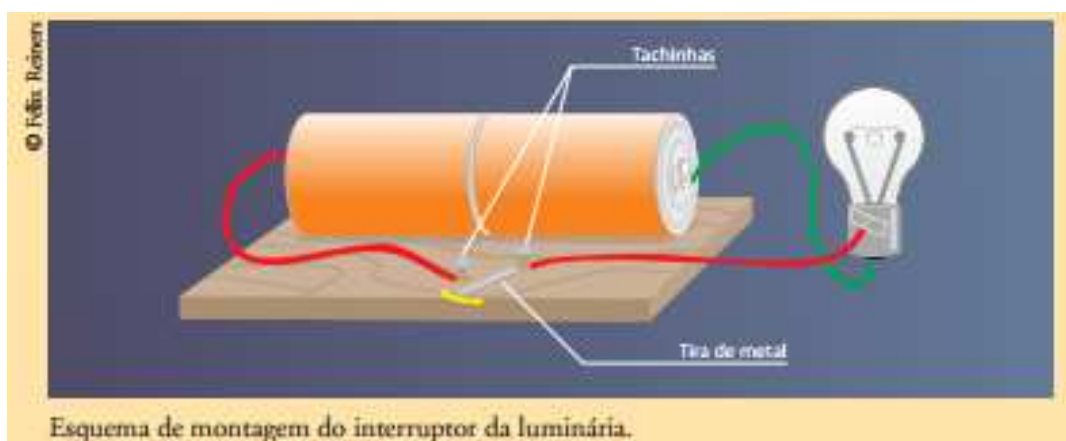
Fita adesiva

Uma base de madeira ou papelão grosso

Tesoura sem ponta

Martelo

Imagem extraída do caderno do aluno 7ª Série/8º Ano, v .2, p.66.



Procedimento

1. Desencape as extremidades dos fios.
2. Prenda uma pilha à outra com fita adesiva (polo positivo encostado no polo negativo).
3. Prenda com fita adesiva a ponta de um fio em um dos lados da dupla de pilhas e a outra ponta na lâmpada (veja o fio de cor verde na figura).
4. Prenda com fita adesiva uma ponta do fio na lâmpada e enrole a outra ponta na tachinha (veja o fio vermelho, na figura).
5. Faça o mesmo com a pilha: prenda uma ponta do fio na pilha e a outra ponta na segunda tachinha.

6. Recorte uma pequena tira de alumínio da lata. Use a lixa para retirar da tira a camada de verniz (que é isolante).
7. Espete uma das tachinhas na lâmina metálica e enfie as duas tachinhas com os fios já enrolados na base, deixando-as um pouco separadas.

Roteiro 2 – Proposto na Pesquisa

Experimento 1: Aprendendo a acender uma lâmpada: o primeiro circuito

Atividade: Não estruturados, epistemológico e quantitativo com aparatos simples.

Objetivos: Acender a lâmpada usufruindo dos materiais fornecidos; Analisar as diferentes tentativas de ligação; Compreender o conceito de corrente elétrica.

Investigação: Por que a lâmpada acende? Ela faz parte do circuito?

Materiais

Fios cabinhos

Lâmpada de 3v

Pilhas de 1,5v cada

Fita adesiva

Tesoura sem ponta.

Procedimento: Construir um circuito simples, alternando sua montagem, investigando as relações quando há uma montagem em série e paralelo.

Experimento 2: Construindo uma luminária: abrindo e fechando um circuito

Atividade: Não estruturados, epistemológico e quantitativo com aparatos simples.

Objetivos: Acender e apagar a lâmpada; observar e analisar a função de cada material; Analisar a função de um interruptor; Estudar o que ocorre com o abrir e fechar de um circuito.

Investigação: Por que a lâmpada apaga e acende no sistema? Qual a função da lâmina metálica no sistema?

Materiais

Lâmpada de 3v

Fios cabinhos

Duas tachinhas

Alumínio de lata de refrigerante

Lixa

Pilhas de 1,5v cada

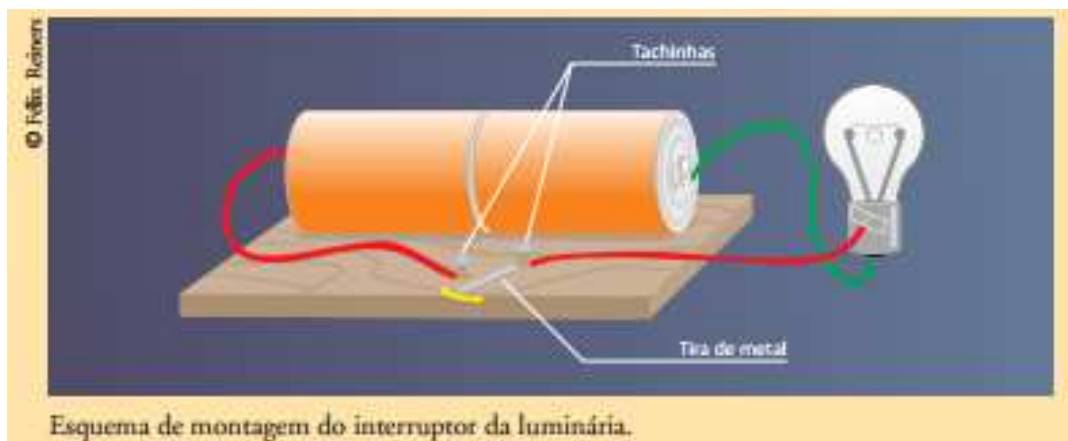
Fita adesiva

Uma base de madeira ou papelão grosso

Tesoura sem ponta

Martelo

Procedimento: Utilizem a imagem a seguir como modelo:



10. Anexo II

Experimento: Condutores e Isolantes

Atividade: Não estruturada, motivacional, problematizador.

Objetivo: Identificar quais são considerados bons e maus condutores.

Investigação: Qualquer material serve para fechar um circuito? O que os torna diferentes?

Material

Lâmpada de 3v

Fios cabinhos

Pilhas de 1,5v cada

Fita adesiva

Materiais diversos da sala

Procedimento: Faça um pequeno circuito elétrico, teste várias ligações e veja em qual (is) a lâmpada acende ou não.

Referências Bibliográficas

ALVES FILHO, J. P. “Atividades Experimentas: Do método à Prática”. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2000.

ANDRADE, M. M. “Introdução à Metodologia do Trabalho Científico”. 10ª edição, Editora Atlas. São Paulo, 2010.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. “Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, São Paulo, 2003.

AUSUBEL, D. P. “Aquisição e Retenção de Conhecimento: Uma Perspectiva Cognitiva”. Tradução Lígia Teopisto. Editora Paralelo, Lisboa. 2000.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. “Psicologia educacional”. Tradução Eva Nick. Editora Interamericana, Rio de Janeiro, 1980.

BORGES, A. T. “Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências”. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, 2002.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. “Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica”. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRODIN, G. “The role of the laboratory in education of industrial physicists and electrical engineers”, [S.l. : s.n.], 1978;

CADERNO DO ALUNO, “Material de Apoio ao Currículo do Estado de São Paulo”. Ensino Fundamental: Ciências. Anos Finais: 7ª Série / 8º Ano. Secretaria da Educação; coordenação geral: Maria Inês Fini; Coordenação de área: Luis Carlos de Menezes. São Paulo: SEE, 2014-2017.

CARLOS, J. G.; JÚNIOR, F. N. M.; AZEVEDO, H. L.; SANTOS, T. P.; TANCREDO, B. N. “Análise de Artigos Sobre Atividades Experimentais de Física Nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências”. VII EMPEC, Florianópolis, 2009.

CHAIKLIN, S. “A Zona de Desenvolvimento na Análise de Vygotsky Sobre Aprendizagem e Ensino”. Traduzida por Campregher Pasqualine. Psicologia em estudo, v. 16. Maringá, 2011.

COLL, C. “As Contribuições da Psicologia Para a Educação: Teoria Genética e Aprendizagem Escolar”. Editora Cortez. São Paulo, 1987.

CUPAIOLI, M. E. “Abordagem Experimental no Ensino de Física com Materiais de Baixo Custo e Reciclados”. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Presidente Prudente, 2016.

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM 2011). “Prova De Ciências Humanas E Suas Tecnologias / Prova De Ciências Da Natureza E Suas Tecnologias.” 1º Dia, Caderno 2 Amarelo. Questão 74, página 24.

FERREIRA, N. C. “Proposta de laboratório para a escola brasileira”. Dissertação de Mestrado. FEUSP-IFUSP. São Paulo, 1978.

FORÇA, A. C.; Laburú, C. E.; Silva, O. H. M. “Atividades Experimentais no Ensino de Física: Teoria e Práticas”. VIII ENPEC, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

GALIAZZI, M.C. “Objetivos para as atividades experimentais no ensino médio”. Ciência & Educação, v. 7, n. 2, 2001.

GASPAR, A. “Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental”. 1ª edição. Editora Ática. São Paulo, 2005.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO Secretaria De Estado Da Educação Diretoria De Ensino – Região De Presidente Prudente. (<<https://depresidentepudente.educacao.sp.gov.br/>> → Atribuição de Aulas → Informações Gerais → Classificação dos Docentes 2018 → Pasta Efetivos → Pasta Disciplinas Específicas → efetivo_física_pp).

JESUS, M. A. S.; SILVA, R. C. O. “A Teoria de David Ausubel: O Uso dos Organizadores Prévios no Ensino Contextualizado de Funções”. VIII Encontro Nacional de Educação Matemática. Universidade Federal do Recife – UFR. Recife, 2004.

JUNIOR, J. T.; Trivellato, S. L. F.; Motokane, M. T.; Lisboa, J. C. F.; Kantor, C. A. “Ciências, Natureza e Cotidiano: criatividade, pesquisa, conhecimento”. Editora FTD, São Paulo, 2009.

LABURÚ, C.E. “Seleção De Experimentos De Física No Ensino Médio: Uma Investigação A Partir Da Fala De Professores”. Departamento de Física – UEL. Investigações em Ensino de Ciências, v. 10, 2005.

MALLMANN, E. R. S.; MOURA, C. B. “Rotina de Estudos: Sistematização de Estratégias Para Otimização da Aprendizagem Escolar”. Revista Piedade, v. 10, 2016.

- MARANDINO**, M.; SELLES, S.E.; FERREIRA, M.S. “Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos”. Editora Cortez. São Paulo, 2009.
- MARTINS**, J. C. “Vygotsky e o Papel das Interações Sociais na Sala de Aula: Reconhecer e Desvendar o Mundo”. Série Ideias, n. 28. São Paulo: FDE, 1997.
- MICHELS**, P. B. “The role of experimental work, American Journal of Physics”, [S.l. : s.n.], 1962.
- MOREIRA**, M. A. “Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente” Aprendizagem Significativa em Revista Meaningful Learning Review, v. 1, 2011.
- MOREIRA**, M. A. “Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa”. Editora Centauro. São Paulo, 2010.
- NASSER**, L.; TINOCO, L. A. A. “Argumentação e Provas no ensino de matemática”. 2ª edição. Rio de Janeiro, UFRJ / Projeto Fundação, 2003.
- NEDELSKY**, L. “Introductory physics laboratory, American Journal of Physics”, [S.l. : s.n.], 1958.
- PENTEADO**, P. C. M.; Torres, C. M. A. “Física: Ciência e Tecnologia v. 1”. Editora Moderna, São Paulo 2005.
- PENTEADO**, P. C. M.; Torres, C. M. A. “Física: Ciência e Tecnologia v. 2”. Editora Moderna, São Paulo 2005.
- PENTEADO**, P. C. M.; Torres, C. M. A. “Física: Ciência e Tecnologia v. 3”. Editora Moderna, São Paulo 2005.
- POSSOBOM**, C. C. F.; OKADA, F. K.; DINIZ, R. E. S. “Atividades Práticas de Laboratório no Ensino de Biologia e de Ciências: Relato de uma Experiência”. FUNDUNESP, 2002.
- RESOLUÇÃO** 26/12/2012 “Orientação ao Sistema Estadual de Ensino a respeito da qualificação necessária dos docentes para ministrarem aulas nas disciplinas do Currículo da Educação Básica”.
- RIBEIRO**, M. S.; Freitas, D. S.; Miranda, D. E. “O Ensino de Laboratório de Física na UEFS: Considerações Teórico-Pedagógicas”. Feira de Santana, 1997.
- ROSA**, C. W. “Concepções Teóricas- Metodológicas no Laboratório Didático de Física na Universidade de Passo Fundo”. Ensaio, 2003.

SAMPAIO, J. L.; Calçada, C. S. “Universo da Física 1: Mecânica”. Editora Atual – 2ª ed., São Paulo, 2015.

SAMPAIO, J. L.; Calçada, C. S. “Universo da Física 2: Hidrostática, Termologia e Óptica”. Editora Atual – 2ª ed., São Paulo, 2015.

SAMPAIO, J. L.; Calçada, C. S. “Universo da Física 3: Ondulatória, Eletromagnetismo e Física Moderna”. Editora Atual – 2ª ed., São Paulo, 2015.

SEE, “Material de Apoio ao Currículo do Estado de São Paulo: Caderno do Professor”; Ensino Fundamental: Ciências. Anos Finais: 7ª Série / 8º Ano. Secretaria da Educação; coordenação geral: Maria Inês Fini; Coordenação de área: Luis Carlos de Menezes. São Paulo: SEE, 2014.

SEE, “Material de Apoio ao Currículo do Estado de São Paulo: Caderno do Aluno”; Ensino Médio: Física. 3ª Série. Secretaria da Educação; coordenação geral: Maria Inês Fini; Coordenação de área: Luis Carlos de Menezes. São Paulo: SEE, 2014.

SEE, São Paulo (Estado) Secretaria da Educação. “Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias”. Secretaria da Educação; coordenação geral: Maria Inês Fini; Coordenação de área: Luis Carlos de Menezes. São Paulo: SEE, 2010.

SILVA, M. N. M. “O Papel Atual da Experimentação no Ensino de Física”. XI Salão de Iniciação Científica. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2010.

SILVA, J. G. “Montagem Experimental de um Relé Fotoelétrico Didático Para o Ensino Médio”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, 2016.

TIBERGHIEN, A., VEILLARD, L., LE MARÉCHAL, J-F., BUTY, C. MILLAR, R. “An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several european countries”. Science Education, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG 2010). “Prova de Física.” 1º Etapa, Caderno 1. Questão 15, página 13.

VASCONCELOS, C. PRAIA, J. F. ALMEIDA, L. S. “Teorias de Aprendizagem e o Ensino/Aprendizagem das Ciências: Da Instrução à Aprendizagem”. Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE), v. 7, n. 1. Campinas, 2003.

VYGOTSKY L. S. (1978). *“Mind in society”*. Includes index. 1. Cognition. 2. Cognition in children. Fellowsof Harvard College. Second printing, 1979, EUA.

ZIMMERMANN, L. “A importância dos laboratórios de ciências para alunos da terceira série do ensino fundamental”. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2005.

Apêndice

ROTEIROS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA: Uma Proposta Para O Ensino

As atividades experimentais vêm sendo aplicadas nas escolas há mais de um século (Forster, 2010), exercendo papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem e nas relações de confiança entre aluno e professor.

As aulas teóricas e explicativas são essências para a demonstração e dedução de algumas expressões matemáticas e conceitos físicos, todavia, ao levantar discussões em sala, desafiando os alunos a questionar, raciocinar, pôr em prática suas opiniões, aguçam um prazer significativo pela descoberta.

As práticas de laboratório, por sua vez melhoram a qualidade do ensino, uma vez que no momento em que os alunos manuseiam os materiais a serem utilizados nos experimentos, estabelecem uma conexão com a realidade, saindo do campo de abstração, onde apenas as teorias são apresentadas.

Essas conexões entre os assuntos teóricos com a prática laboratorial auxiliam no processo de formalização dos conceitos físicos. Esse deve ser o nosso foco: conseguir trazer nossos alunos à ambientes favoráveis à aprendizagem.

Aderindo as mídias digitais, visando facilitar o processo de aprendizagem dos alunos e, auxiliar o docente em seu trabalho pedagógico, todo material paradidático será disponibilizado em versões pdf para *download* no website <https://douglashob.github.io/experimentofisica/>

Sumário

| | |
|---|----|
| Capítulo 1 – Astronomia | 66 |
| Experimento 1: Campeonato De Piões De Papelão | 67 |
| Experimento 2: Eixo De Rotação Da Terra | 68 |
| Experimento 3: Fases Da Lua | 70 |
| Experimento 4: Montando Uma Constelação | 71 |
| | |
| Capítulo 2 – Mecânica | 75 |
| Experimento 1: Construindo Um Dinamômetro (Lei De Hooke) | 76 |
| Experimento 2: Centro De Gravidade | 77 |
| Experimento 3: Garrafa Fixa – Princípio Da Inércia | 78 |
| Experimento 4: Princípio Fundamental Da Dinâmica | 79 |
| Experimento 5: Princípio Da Ação E Reação | 80 |
| Experimento 6: Força Centrípeta | 81 |
| Experimento 7: Abrindo Coco Com Bala | 82 |
| Experimento 8: Compensando Os Movimentos Na Ação De Forças Internas | 83 |
| | |
| Capítulo 3 – Mecânica Dos Fluídos | 84 |
| Experimento 1: O Ar Ocupa Espaço | 85 |
| Experimento 2: O Ar Ocupa Espaço (2) | 86 |
| Experimento 3: O Ar Tem Peso? | 87 |
| Experimento 4: Ovo Na Garrafa | 88 |
| Experimento 5: Enchendo Bexiga Sem Assoprar | 89 |
| Experimento 6: Experimentando Com Arquimedes | 90 |
| Experimento 7: Entendendo A Densidade | 91 |
| Experimento 8: Densidade Da Água | 92 |
| Experimento 9: Identificando Os Materiais | 93 |
| Experimento 10: Tensão Superficial | 94 |
| Experimento 11: Princípio De Stevin | 95 |
| | |
| Capítulo 4 – Termodinâmica | 96 |
| Experimento 1: Dilatação Dos Líquidos | 97 |
| Experimento 2: Dilatação Do Ar | 98 |

| | |
|--|-----|
| Experimento 3: Expansão Dos Gases Pelo Calor | 99 |
| Experimento 4: Propagação De Calor Nos Sólidos – Condução | 100 |
| Experimento 5: Propagação De Calor Por Fluídos – Convecção | 101 |
| Experimento 6: Absorção De Calor – Irradiação | 102 |
| Experimento 7: Quem Libera Mais Calor? | 103 |
| Experimento 8: Mudança De Temperatura | 104 |
| Experimento 9: Dissipação De Energia Térmica | 105 |
| Experimento 10: Temperaturas Muito Baixas | 106 |
| Experimento 11: Energia Que Produz Calor | 107 |
| | |
| Capítulo 5 – Óptica | 108 |
| Experimento 1: Câmara Escura | 109 |
| Experimento 2: Construindo Um Periscópio | 110 |
| Experimento 3: Disco De Newton – Composição Da Luz | 111 |
| Experimento 4: Fábrica De Arco Íris – Decomposição Da Luz | 112 |
| Experimento 5: Refração Da Luz | 113 |
| Experimento 6: Reflexão Da Luz | 114 |
| Experimento 7: Formando Imagens Em Espelhos Planos | 115 |
| Experimento 8: Jogo De Espelhos | 116 |
| Experimento 9: A Caixa De Cores | 117 |
| Experimento 10: Misturando As Cores | 118 |
| Experimento 11: Caleidoscópio | 119 |
| Experimento 12: Construindo Um Espectroscópio | 120 |
| | |
| Capítulo 6 – Ondulatória | 121 |
| Experimento 1: Produção De Som | 122 |
| Experimento 2: Observando As Vibrações | 123 |
| Experimento 3: Telefone Sem Fio | 124 |
| Experimento 4: Som Preso? | 125 |
| Experimento 5: Ondas Estacionárias | 126 |
| | |
| Capítulo 7 – Eletromagnetismo | 127 |
| Experimento 1: Aprendendo A Acender Uma Lâmpada | 128 |
| Experimento 2: Construindo Uma Luminária | 129 |

| | |
|--|-----|
| Experimento 3: Condutores E Isolantes | 130 |
| Experimento 4: Condutores Líquidos | 131 |
| Experimento 5: Conhecendo As Linhas De Campo Do Imã | 132 |
| Experimento 6: Construindo Uma Bússola | 133 |
| Experimento 7: Campo Magnético De Uma Corrente Elétrica | 134 |
| Experimento 8: Eletroímã | 135 |
| Experimento 9: Ímã Que Produz Luz | 136 |
| Experimento 10: Construindo Um Motor Elétrico | 137 |
| Experimento 11: Blindando Uma Onda | 138 |
| Experimento 12: Experimento De Leyden | 139 |
| | |
| Capítulo 8 – Física Moderna | 140 |
| Experimento 1: Observando Algo Invisível | 141 |
| Experimento 2: Identificando Os Elementos Químicos Nos Materiais | 142 |
| Experimento 3: O Que Há Por Dentro Do Corpo Humano | 143 |
| Experimento 4: Luz Negra | 144 |

Capítulo I. Astronomia

A Astronomia é uma das mais antigas ciências naturais que estuda os corpos celestes (como estrelas, planetas, cometas, nebulosas, aglomerados de estrelas, galáxias) e fenômenos que se originam fora da atmosfera da Terra (como a radiação cósmica de fundo em micro-ondas).

Culturas pré-históricas deixaram registrados vários artefatos astronômicos, como Stonehenge, os montes de Newgrange, os menires. As primeiras civilizações, como os babilônios, gregos, chineses, indianos, iranianos e maias realizaram observações metódicas do céu noturno.

No entanto, a invenção do telescópio permitiu o desenvolvimento da astronomia moderna. Historicamente, a astronomia incluiu disciplinas tão diversas como astrometria, navegação astronômica, astronomia observacional e a elaboração de calendários.

Sugestão de Atividade 1

| Série / Ano | Eixo | Bimestre |
|----------------------|------------------------|-------------|
| 5ª série / 6º ano EF | Terra e Universo | 4º bimestre |
| 6ª série / 7º ano EF | Terra e Universo | 1º bimestre |
| 7ª série / 8º ano EF | Terra e Universo | 3º bimestre |
| 1ª série EM | Universo, Terra e Vida | 3º bimestre |

1. Campeonato De Piões De Papelão

Atividade: Não estruturada, epistemológica, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Compreendam os conceitos de rotação, percebendo a invariância da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao Sol.

Investigação: Todos os piões giram em velocidades iguais? Isso ocorre por quê? Qual relação com o eixo de rotação da Terra você consegue perceber?

Material

Um pedaço de papelão

Espetos ou palitos de madeira

Um compasso ou objeto circular (tamanho médio)

Régua e Tesoura

Procedimento: Construa um peão com o papelão e o palito. O diâmetro do peão não pode ser muito grande, tome como base um diâmetro entre 5 a 18 cm. O espeto no centro representa o “eixo de rotação” do peão.

Com o peão pronto, coloque-o em movimento, você pode utilizar uma ou duas mãos para os movimentos. Teste quantas configurações de tamanhos necessários com o material disponível e no tempo estipulado para a elaboração e para o teste do peão.

Campeonato: O professor ou responsável pelo experimento irá organizar o campeonato. Ele vai definir o vencedor por meio de “eliminatórias”, envolvendo disputas entre dois piões no estilo “melhor de três”, ou seja, são feitas três disputas, e o pião vencedor de duas delas ganha.

2. Eixo De Rotação Da Terra

Atividade: Estruturada, instrucional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Entender por que acontecem as mudanças de estações ao longo do ano. Perceber a importância da inclinação do eixo de rotação da Terra para o clima.

Investigação: Por que existem diferentes estações ao longo do ano? Qual a influência da inclinação do eixo de rotação do nosso planeta no clima?

Materiais

Bola de isopor pequena

Canetinhas coloridas

1 Palito de madeira

1 Lanterna

1 Copo

Procedimento: Na bola de isopor faça uma linha representando o equador terrestre. Coloque o palito no centro da parte superior da bola, mas de forma que fique perpendicular ao "plano do Equador", afinal o palito representa o eixo de rotação da terra. Coloque o palito em uma superfície de forma inclinada, de maneira que seja possível girá-lo e que o palito fique inclinado. Uma solução é colocar o palito dentro de um copo.

Posicione a lanterna de modo que ilumine lateralmente a bola, sendo que a inclinação do palito deve ficar na direção da lanterna. Apague as luzes. Gire o palito de forma que a parte superior da bola fique primeiro sob a luz, depois na sombra.

A sombra vai representar a noite e a luz representará o dia. Perceba como a parte inferior da bola (Hemisfério Sul) nunca recebe luz e a parte superior da bola (Hemisfério Norte) está sempre com luz. Isso significa que é verão no Hemisfério Norte e inverno no Hemisfério Sul.

Seis meses depois a terra vai estar numa posição diametralmente oposta e você verá que o Hemisfério Sul da bola estará mais iluminado do que o Hemisfério Norte. É esta a posição da Terra com relação ao Sol, quando é inverno no Hemisfério Norte e verão no Hemisfério Sul.

3. Fases Da Lua

Atividade: Não estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Identificar as fases da lua. Compreender como acontece o fenômeno.

Investigação: Como procedem as fases da lua?

Material

Lanterna grande ou projetor de imagens

Bola de isopor branca de média a grande

Uma base para a bola de isopor

Procedimento: Dispor a sala em quatro pontos em torno simétricos em torno da sala. Cada aluno fará um relatório com base em seu ponto de observação, analisando a relação entre o Sol, Lua e Terra.

Após a elaboração dos relatórios, discutam entre si os resultados, de modo a compreender suas fases. Antes das conclusões finais, peça que os alunos passem pelos outros pontos do experimento, formalizando seu conhecimento.

4. Montando Uma Constelação

Atividade: Não estruturada, epistemológica, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Identificar e conhecer as constelações presentes em nosso sistema solar.

Material

Imagem de uma constelação (Cruzeiro do Sul, Gêmeos, Leão, Órion etc.)

Pedaços de papelão colorido (podem ser confeccionados na forma de estrelas)

Base rígida de papelão ou plástico, redonda ou retangular

Linha de costura ou de náilon

Tesoura, régua e fita adesiva

Mapa Das Constelações

| Constelação de Gêmeos | | | | |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-----|
| Letra Grega | Nome Da Estrela | Distância Do Sol (Anos Luz) | Coordenadas Para o Desenho | |
| | | | X | Y |
| Beta | Pólus | 34 | 103 | 160 |
| Alfa | Castor | 52 | 76 | 199 |
| Gama | Alhena | 105 | 74 | 44 |
| Épsilon | Mebсутa | 940 | 90 | 132 |
| Mi | Tejat | 190 | 37 | 105 |
| Eta | Propus | 350 | 18 | 105 |
| Qui | Alzirr | 57 | 93 | 9 |
| Delta | Wasat | 59 | 40 | 100 |

| Constelação de Leão | | | | |
|---------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|----|
| Letra Grega | Nome Da Estrela | Distância Do Sol (Anos Luz) | Coordenadas Para o Desenho | |
| | | | X | Y |
| Alfa | Regulus | 77 | 21 | 30 |

| | | | | |
|---------|------------|------|-----|-----|
| Beta | Denebola | 36 | 132 | 56 |
| Delta | Zosma | 58 | 45 | 116 |
| Gama | Algeiba | 126 | 50 | 109 |
| Épsilon | Ras Elased | 250 | 104 | 148 |
| Teta | Chort | 178 | 45 | 64 |
| Zeta | Adhafera | 260 | 42 | 144 |
| Ômicron | Subra | 135 | 93 | 7 |
| Eta | _____ | 2100 | 18 | 78 |

| Constelação de Escorpião | | | | |
|---------------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|----|
| Letra Grega | Nome Da Estrela | Distância Do Sol (Anos Luz) | Coordenadas Para o Desenho | |
| | | | X | Y |
| Alfa | Antares | 600 | 73 | 41 |
| Lambda | Shaula | 365 | 94 | 15 |
| Teta | Sargas | 272 | 103 | 0 |
| Delta | Dschubba | 400 | 1 | 51 |
| Épsilon | Hao | 65 | 125 | 22 |
| Capa | _____ | 465 | 116 | 10 |
| Beta | Graffias | 530 | 13 | 58 |
| Úpsilon | Lesath | 520 | 87 | 14 |
| Tau | _____ | 430 | 89 | 37 |
| Pi | _____ | 520 | 137 | 42 |
| Sigma | Alniyat | 735 | 53 | 44 |

| Constelação de Órion | | | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-----|
| Letra Grega | Nome Da Estrela | Distância Do Sol (Anos Luz) | Coordenadas Para o Desenho | |
| | | | X | Y |
| Beta | Rigel | 773 | 7 | 18 |
| Alfa | Betelgeuse | 522 | 108 | 174 |
| Gama | Bellatrix | 243 | 33 | 163 |
| Épsilon | Alnilam | 1342 | 60 | 88 |

| | | | | |
|-------|--------------|------|----|----|
| Zeta | Alnitak | 817 | 72 | 81 |
| Capa | Saiph | 815 | 89 | 3 |
| Delta | Mintaka | 916 | 50 | 97 |
| Iota | Nair al Saif | 1300 | 58 | 41 |

| Constelação de Cruzeiro do Sul | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-----|
| Letra Grega | Nome Da Estrela | Distância Do Sol (Anos Luz) | Coordenadas Para o Desenho | |
| | | | X | Y |
| Alfa | Acrux | 321 | 54 | 19 |
| Beta | Mimosa | 352 | 1 | 87 |
| Gama | Gacrux | 88 | 43 | 138 |
| Delta | — | 364 | 83 | 106 |
| Épsilon | Intrometida | 228 | 66 | 71 |

| Constelação de Centauro | | | | |
|--------------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-----|
| Letra Grega | Nome Da Estrela | Distância Do Sol (Anos Luz) | Coordenadas Para o Desenho | |
| | | | X | Y |
| Alfa | Rigil Kentaurus | 4 | 99 | 2 |
| Beta | Hadar | 362 | 9 | 6 |
| Teta | Menkent | 61 | 17 | 246 |
| Gama | Miliphain | 130 | 83 | 120 |
| Épsilon | — | 376 | 89 | 76 |
| Eta | — | 308 | 88 | 189 |
| Zeta | Alnair | 384 | 129 | 137 |
| Delta | Ma Wei | 395 | 1 | 103 |
| Iota | — | 53 | 41 | 243 |

Procedimento: Escolha uma das constelações presentes, ou pesquise outra que lhe agradar, e construa sua constelação. Para essa atividade é necessário

que você se recorde dos pares ordenados x e y , que são representados no plano cartesiano.

Capítulo II. Mecânica

A **Mecânica** é o ramo da Física responsável pelo estudo dos movimentos dos corpos, bem como suas evoluções temporais e as equações matemáticas que os determinam.

É um estudo de extrema importância, com inúmeras aplicações cotidianas, como na Geologia, com o estudo dos movimentos das placas tectônicas, por exemplo. Na Medicina, com o estudo do mapeamento do fluxo de sangue, na Astronomia com as análises dos movimentos dos planetas etc.

As bases para o que chamamos de Mecânica Clássica foram lançadas por Galileu Galilei, Johannes Kepler e Isaac Newton. Por sua vez, em meados do século XX Albert Einstein desenvolveu os estudos que chamados de Mecânica Relativística, teoria que engloba a Mecânica Clássica e analisa de movimentos em velocidades próximas ou iguais à da luz.

Sugestão de Atividade 2

| Série / Ano | Eixo | Bimestre |
|-------------|------------|-------------|
| 1º série EM | Movimentos | 1º bimestre |
| 1º série EM | Movimentos | 2º bimestre |

1. Construindo Um Dinamômetro (Lei De Hooke)

Atividade: Estruturada, instrucional e demonstrativa.

Objetivo: Construir um aparelho para medir pesos e forças em geral.

Investigação: As variações decorrentes da constante elástica.

Material

Mola

Rolha ou toco de madeira

Alicate

Gancho

Régua

Papel

Caneta

Água

Sacola

Procedimento: Prenda a mola junto à rolha, de modo que ela não caia, na outra extremidade da mola entorte sua ponta, assumindo a forma de um gancho. No outro lado da rolha, prenda o gancho.

Com seu dinamômetro suspenso, meça a mola e anote. Coloque a sacola com 100 ml de água, calibrando seu dinamômetro, tome como nota: cada 100 ml de água equivale a 1 Newton, ou seja, cada variação da mola corresponde a 1 Newton de força.

Anote a nova posição da mola. Repita mais três vezes o mesmo procedimento com a água, construindo uma tabela. Por fim, construa um gráfico, e analise o coeficiente angular da constante elástica, a Lei de Hooke.

2. Centro De Gravidade

Atividade: Não estruturada, motivacional, problematizadora.

Objetivo: Compreender a ação do centro de gravidade nos corpos.

Investigação: Colocar a vela em posição horizontal sem prender-se a medidas exatas.

Material

Dois copos iguais

Vela

Dois palitos de dente

Fósforo

Agulha

Procedimento: Sua função é fazer com que a vela, presa simetricamente pelos palitos em qualquer ponto, permanece na posição horizontal.

3. Garrafa Fixa – Princípio De Inércia

Atividade: Não estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Mostrar a tendência dos corpos a permanecerem no estado em que se encontram (movimento ou repouso).

Investigação: O que ocorre quando retiramos, bruscamente, uma folha de papel embaixo de uma garrafa?

Material

Garrafa pet grande

Folha de papel

Água

Procedimento: Com a garrafa cheia de água, tende retirar a folha de papel sem derrubar a garrafa.

4. Princípio Fundamental Da Dinâmica

Atividade: Não estruturada, epistemológica, problematizadora.

Objetivo: Vislumbrar que o valor da aceleração é diretamente proporcional ao valor da força e inversamente proporcional ao valor da massa do corpo.

Investigação: O que acontece com um objeto de massas diferentes quando se aplica forças diferentes?

Material

Superfície com o mínimo de atrito possível (uma assadeira ensaboadada)

Objetos com massas diferentes (blocos, carrinhos de brinquedo, bolas de gude etc.)

Procedimento: Aplicando forças distintas nos objetos, faça-os chegarem de um canto ao outro na superfície, o que acontece?

5. Princípio Da Ação E Reação

Atividade: Não estruturada, motivacional, problematizadora.

Objetivo: Mostrar que, quando se faz força num sentido, automaticamente aparece outra igual de sentido contrário, chamada **reação**.

Investigação: Sabe-se que ao tampar uma vela ela se apaga devido ao consumo do oxigênio, porém, o que ocorre quando se tampa a mesma vela em um recipiente com água?

Material

Vela

Fósforo

Água

Corante

Garrafa de vidro

Prato

Procedimento: Pense em uma ação que, conseqüentemente gere uma reação, colocando a água dentro da garrafa. Lembre-se, é fundamental que você utilize todos os materiais listados acima.

6. Força Centrípeta

Atividade: Não estruturada, epistemológica, quantitativa com aparatos de montagem simples.

Objetivo: Analisar a aceleração de um movimento circular decorrente da aplicação de uma força.

Investigação: Como é possível um satélite girar em torno da terra sem cair?

Material

Garrafa pet de 500 ml

Água

Barbante

Pedaço de cano PVC

Borracha grande

Procedimento: Com a garrafa cheia d'água, amarre no gargalo da garrafa um pedaço de 1,2 metros de barbante. Passando o barbante dentro do cano, amarre firmemente a borracha na outra ponta do barbante.

Pronto, agora levante a garrafa sem puxar o barbante.

7. Abrindo Coco Com Bala

Atividade: Não estruturada, epistemológica, problematizadora.

Objetivo: Entender as diversas forças que são exercidas sobre um corpo.

Investigação: É possível a extração da água de coco com uma bala de iogurte?

Material

Coco verde

Balas de iogurte (necessário uma bala com forte rigidez)

Procedimento: Com o uso das balas de iogurte fure o coco. Faça quantas tentativas precisar, lembrando-se dos conceitos de força e pressão.

8. Compensando Os Movimentos Na Ação De Forças Internas

Atividade: Não estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Compreender as ações que ocorrem nos movimentos.

Investigação: Podemos produzir ou alterar nosso movimento quando jogamos algo para longe?

Material

Carrinho de fricção

Lápis roliços

Placas de isopor fino

Procedimento: Corte o isopor em partes iguais, de modo que caiba o carrinho por completo.

Realize diversos movimentos com o carrinho em cima da placa com os lápis embaixo.

Repita adicionando, gradativamente, as placas reservadas. O que houve? O que acontece quando realizamos esse experimento sem os lápis?

Capítulo III. Mecânica Dos Fluídos

A mecânica dos fluídos é o ramo da mecânica que estuda o comportamento físico dos fluídos e suas propriedades.

Os aspectos teóricos e práticos da mecânica dos fluídos são de fundamental importância para a solução de diversos problemas encontrados habitualmente na engenharia.

Suas principais aplicações são destinadas ao estudo de escoamentos de líquidos e gases, máquinas hidráulicas, aplicações de pneumática e hidráulica industrial, sistemas de ventilação e ar condicionado, além de diversas aplicações na área de aerodinâmica voltada para a indústria aeroespacial.

O estudo da mecânica dos fluídos podem ser divididos, basicamente, em dois ramos: a estática dos fluídos e a dinâmica dos fluídos.

A estática dos fluídos trata das propriedades e leis físicas que regem o comportamento dos fluídos livres da ação de forças externas, ou seja, nesta situação o fluído se encontra em repouso ou então com deslocamento em velocidade constante.

Já a dinâmica dos fluídos é responsável pelo estudo e comportamento dos fluídos em regime de movimento acelerado no qual se faz presente a ação de forças externas responsáveis pelo transporte de massa.

Sugestão de Atividade 3

| Série / Ano | Eixo | Bimestre |
|----------------------|----------------------|-------------|
| 5ª série / 6º ano EF | Ciência e Tecnologia | 2º bimestre |
| 8ª série / 9º ano EF | Ciência e Tecnologia | 1º bimestre |
| 1º ano EM | Movimentos | 2º bimestre |

1. O Ar Ocupa Espaço

Atividade: Não estruturada, motivacional, quantitativo com aparatos simples.

Objetivo: Provar a existência do ar em lugares “vazios”, ou seja, que é o ar ocupa espaço.

Investigação: Por que as bexigas dentro das garrafas têm comportamento diferente?

Material

Bexigas

Garrafas 600 ml (no mínimo 2)

Prego médio

Procedimento: Para a realização do experimento é necessário que, ao menos, uma garrafa esteja com um furo. Coloque a bexiga dentro da garrafa, e tente enche-la. O que acontece?

2. O Ar Ocupa Espaço (2)

Atividade: Estruturada, instrucional e demonstrativa.

Objetivo: Provar a existência do ar e o espaço que ocupa.

Investigação: Será que o papel no fundo do copo irá molhar?

Material

Copo de vidro

Folha de papel

Panela funda ou vasilha (preferencialmente de vidro ou transparente)

Fita adesiva ou dupla face

Procedimento: Amasse a folha de papel colando a folha no fundo do copo. Com a panela ou a vasilha cheia d'água, suficiente para cobrir o copo, coloque o copo na posição vertical dentro do recipiente, permanecendo sempre nessa posição. O que acontece com o papel?

3. O Ar Tem Peso?

Atividade: Não Estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Perceber a presença de massa no ar. Analisar a diferença entre peso e massa.

Investigação: Todos os balões possuem o mesmo peso?

Material

Régua

Balões

Barbante

2 cliques médio ou grande (tem que ser iguais)

Procedimento: Construa, com a régua, uma balança, para que se possa comparar o peso entre os balões. Encha os balões em tamanhos diferentes. Pronto!

Realize seu experimento, lembre-se de anotar as informações, de preferência, elenque os dados em uma tabela para facilitar na análise dos resultados.

4. Ovo Na Garrafa

Atividade: Não estruturada, epistemológica, problematizadora.

Objetivo: Entender que a massa do ar que envolve a Terra exerce pressão.

Investigação: O que faz o ovo chegar ao fundo da garrafa? Como pode a garrafa sugar o ovo para dentro?

Material

Ovo bem cozido

Garrafa de vidro com gargalho menor que o diâmetro do ovo

Algodão

Álcool

Fósforo

Procedimento: Seu objetivo é colocar o ovo dentro da garrafa, sem exercer força física das mãos. Sem quebrá-lo, nem o danificar.

5. Enchendo Bexiga Sem Assoprar

Atividade: Estruturada, motivacional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Encher com ar a bexiga sem colocar as mãos nem a boca nela, apenas com água e uma garrafa de vidro.

Investigação: O que faz a bexiga entrar na garrafa?

Material

Bexigas

Garrafa de vidro (mínimo de 1,5 litros)

1 litro de água fervente

2 litros de água fria (sem gelo)

Procedimento: Adicione a água fervente, cuidadosamente, dentro da garrafa de vidro.

Espera uns 5 minutos, para a garrafa absorva a temperatura da água. Despeje a água na garrafa no recipiente em que foi fervida.

Em seguida, coloque a bexiga (encha a bexiga de ar e esvazie em seguida) na boca da garrafa. Por fim coloque a garrafa dentro da bacia com a água fria, o que acontece?

6. Experimentando Com Arquimedes

Atividade: Não estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Conhecer o princípio de Arquimedes, analisando o conceito sobre Empuxo e a variação das forças que agem sobre um corpo imerso.

Investigação: O que influencia para que a maçã não afunde e não boie na água?

Material

Suporte metálico ou de madeira

1 espiral de caderno

1 maçã

Recipiente com água

Procedimento: Investigue o comportamento da maçã, presa e solta, nos espaços disponíveis.

7. Entendendo A Densidade

Atividade: Não estruturada, funcional e demonstrativo.

Investigação: Porque alguns materiais afundam e outros não?

Objetivo: Identificar a densidade dos materiais tendo como referência a água (H₂O).

Material

Vasilha com água

Diversos materiais (lápiz, tampa de caneta, espelho, bola de gude etc.).

Procedimento: Realize a construção de uma tabela de maneira escalonada anotando minuciosamente o que acontece com os materiais quando inseridos dentro da vasilha.

8. Densidade Da Água

Atividade: Estruturada, epistemológica, quantitativa com aparatos simples.

Investigação: Como extrair o ovo do fundo da vasilha sem molhar as mãos?

Objetivo: Analisar as variações de densidade da água (H_2O) decorrentes da dissolução do cloreto de sódio ($NaCl$).

Material

Vasilha com água

Ovo cru

Cloreto de sódio.

Procedimento: Organizem em uma tabela as anotações do procedimento e suas decorrências. Em uma vasilha (com, aproximadamente, 20 cm de altura) adicione, aproximadamente, um litro de água e o ovo. Observe.

Dando continuidade, adicione aos poucos o cloreto de sódio dissolvendo na água, cuidado para não quebrar o ovo. Realize esse procedimento de forma periódica, registrando cada passo.

9. Identificando Os Materiais

Atividade: Estruturada, instrucional, quantitativo com aparatos simples.

Investigação: Como identificar se dois parafusos são feitos de um mesmo material ou de materiais diferentes?

Objetivo: Identificar através da densidade e do volume dos materiais se ambos são produzidos do mesmo material.

Material

Seringa de 5 ml (sem agulha e sem êmbolo)

Dois parafusos diferentes (com massa conhecida)

Água

Conta gotas

Massa de modelar.

Procedimento: Vede a ponta da seringa de modo que não vaze água. Utilizando o conta gotas acrescente água chegando à marca dos 3 ml, permanecendo com a seringa na posição vertical anote o volume inicial.

Classifique em uma tabela os parafusos, sendo eles: Parafuso 1 e Parafuso 2. Coloque o parafuso 1 dentro da seringa, com cuidado para não espirrar água, anote o novo volume.

A diferença entre o volume final e o volume inicial corresponde ao volume do parafuso, determine o volume do parafuso 1.

Com o valor da massa e do volume do parafuso 1, calcule a densidade ($d = \frac{m}{v}$) deste parafuso, anote o valor.

Realize o mesmo procedimento com o parafuso 2, no final compare suas densidades e conclua se são produzidos pelo mesmo material ou por materiais diferentes.

10. Tensão Superficial

Atividade: Não estruturada, funcional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Compreender as ligações de hidrogênio que ocorrem nas moléculas de água.

Investigação: Como se pode juntar toda purpurina no mesmo lugar sem tocar na água?

Material

Dois copos ou béquer

Purpurina

Água

Detergente de cozinha

Procedimento: Com água nos dois copos, analise as reações que ocorrem com a purpurina quando adicionado detergente em um deles.

11. Princípio De Stevin

Atividade: Não estruturada, epistemológica, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Demonstrar que, quanto maior a altura de um líquido, maior pressão será exercida no fundo.

Investigação: Todas as saídas de água chegam ao mesmo ponto?

Material

Garrafa pet 2 litros

Água

Prego grande

Procedimento: Realize furos simétricos na garrafa, enumere os furos. Com a garrafa cheia de água, o que acontece?

Capítulo IV. Termodinâmica

A termodinâmica é o ramo da Física que estuda as relações de troca entre o calor e o trabalho realizado na transformação de um sistema físico, quando esse interage com o meio externo. Ou seja, ela estuda como a variação da temperatura, da pressão e do volume interfere nos sistemas físicos.

O estudo e o desenvolvimento da termodinâmica surgiram da necessidade de criar máquinas e de aumentar a eficiência das máquinas existentes naquela época, as máquinas à vapor.

Estudos posteriores, baseados nos conceitos de pressão, temperatura e volume, fizeram por surgir à primeira máquina a vapor, com Thomas Savery. As máquinas daquela época eram muito grandes e robustas, prendendo a atenção de muitos cientistas, como foi o caso de Sadi Carnot.

Conhecido como “pai da termodinâmica”, Carnot, em 1824, fez a publicação de “Reflexões sobre a Potência Motriz do Fogo”, nessa sua publicação, fazia um discurso sobre o calor, a eficiência e a potência das máquinas a vapor. Esse fato marcou o início da Termodinâmica como ciência moderna.

O estudo desse ramo, tem como base, quatro Leis da Termodinâmica, leis essas que postulam que a energia pode ser transferida de um sistema para outro na forma de calor ou trabalho.

Sugestão de Atividade 4

| Série / Ano | Eixo | Bimestre |
|----------------------|-----------------------------------|-------------|
| 7ª série / 8º ano EF | Ciência e Tecnologia | 4º bimestre |
| 8ª série / 9º ano | Tecnologia e Sociedade | 4º bimestre |
| 2ª série EM | Calor, Ambiente e Usos de Energia | 1º bimestre |
| 2º série EM | Calor, Ambiente e Usos de Energia | 2º bimestre |

1. Dilatação Dos Líquidos

Atividade: Não estruturada, motivacional, problematizadora.

Objetivo: Mostrar que os líquidos, ao serem aquecidos, em geral, aumentam de volume.

Investigação: Ao que se atribui a eficácia dos termômetros?

Material

Vidro com tampa

Canudo grosso

Vasilha

Água

Álcool de uso doméstico

Prego

Procedimento: Simule com o vidro, o canudo e o álcool um termômetro simples. Após pronto seu termômetro, faça com que o álcool, presente no vidro, preencha o canudo.

2. Dilatação Do Ar

Atividade: Estruturada, funcional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Mostrar a dilatação que ocorrem com os gases quando aquecidos.

Investigação: O que acontece quando adicionamos uma gota em frascos com temperaturas diferentes?

Material

Vidros com tampa

Canudos

Cola

Pipeta

Vasilha com água quente

Vasilha com água gelada

Prego

Procedimento: Com o prego, fure as tampas dos vidros, em seguida, cole um canudo em cada tampa. Com os vidros tampados, coloque um na vasilha com água quente e, simultaneamente, coloque o outro na vasilha com água gelada.

Espera uns minutos, para que o vidro entre em equilíbrio com a água. Com a pipeta adicione uma gota de água fria nos canudos, o que acontece?

3. Expansão Dos Gases Pelo Calor

Atividade: Estruturada, motivacional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Mostrar que os gases sofrem uma grande dilatação quando são aquecidos.

Investigação: O que acontece com a tampa da garrafa?

Material

Garrafa de vidro com gargalo bem liso

Parte exterior de uma caixa de fósforos

Pedaço de radiografias

Água

Cola

Toalha de rosto aquecida

Procedimento: Cole o pedaço de radiografia na parte da caixa de fósforos que irão entrar em contato com a boca da garrafa. Molhe todo o gargalho da garrafa, molhe também a radiografia.

Após tampar a garrafa, envolva a garrafa com a toalha de rosto aquecida, de modo a esquentar toda a garrafa. Observe.

4. Propagação Do Calor Nos Sólidos – Condução

Atividade: Não estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Mostrar como o calor se propaga nos sólidos e que, sua velocidade de propagação depende da substância que compõe o material.

Investigação: O que acontece com os materiais quando, ao mesmo tempo, são submetidos ao fogo?

Material

Três pedaços de arames (ambos de material diferentes: cobre, ferro, alumínio etc.)

Lamparina

Álcool

Alicate

Fósforos

Procedimento: Anote o tempo de aquecimento de cada material, registre. Recomenda-se a construção de um gráfico para melhor análise.

5. Propagação Do Calor Por Fluidos – Convecção

Atividade: Estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Mostrar que, nos fluidos, o calor pode propagar-se deslocando a matéria.

Mostrar como ocorre a transmissão de calor por convecção num líquido sobre aquecimento.

Investigação: Quando se coloca líquidos de diferentes densidades em um mesmo copo, durante um aquecimento, quem aquece quem?

Material

Béquer ou copo de vidro

Suporte para o béquer ou copo de vidro

Leite

Água

Pipeta volumétrica ou canudo

Lamparina ou vela

Fósforos

Procedimento: Encha metade do béquer com água, com o auxílio da pipeta volumétrica adicione, cuidadosamente, o leite no fundo do béquer. O leite não pode ser diluído na água, **tome muito cuidado.**

Com a lamparina acesa, coloque o béquer no suporte, em cima da lamparina. O que acontece com os líquidos?

6. Absorção De Calor – Irradiação

Atividade: Não estruturada, epistemológica, demonstrativa.

Objetivo: Observar que a transmissão de calor por irradiação só acontece quando há uma absorção de radiação.

Investigação: Porque quando estamos sob o sol começamos a transpirar? Nossa temperatura aumenta rapidamente?

Material

Duas placas de vidro ou alumínio

Tinta branca e preta

Pincel

Procedimento: Tendo uma placa de cada cor, deixe-as no sol, o que acontece?

7. Quem Libera Mais Calor?

Atividade: Não estruturada, epistemológica, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Compreender a propriedade térmica dos materiais. Mostrar como ocorrem as trocas de calor.

Investigação: Ao tocarmos, ao mesmo tempo, em uma superfície metálica e em uma madeira que estão no mesmo ambiente, qual delas está mais fria?

Material

Bolinha de gude

Bolinha de ferro

Dois copos iguais

Água

Panela

Dois termômetros

Colher

Procedimento: Coloque para ferver as duas bolinhas, após 5 minutos fervendo, coloque-as uma em cada copo com água fria. Com o auxílio dos termômetros, que resultado se obtêm?

8. Mudança De Temperatura

Atividade: Não estruturada, motivacional, com aparatos de montagem sofisticados.

Objetivo: Compreender que, a determinada temperatura, os materiais mudam de estado.

Investigação: Qual a temperatura necessária pra que haja a mudança de estado de uma substância?

Material

Lamparina

Colher de sopa

Fósforos

Enxofre

Procedimento: Com a supervisão de um profissional, faça com que o enxofre passe de sólido para líquido.

9. Dissipação De Energia Térmica

Atividade: Não estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Demonstrar que, durante o aquecimento de um material, ocorre dissipação de energia térmica.

Investigação: Durante as transmissões de energia podem ocorrer perda de energia?

Material

Dois copos de plástico idênticos

Água

Lamparina

Fósforos

Suporte para os copos (mesmo tamanho)

Procedimento: Com um pouco de água em um copo, sua meta é derretê-los.

10. Temperaturas Muito Baixas

Atividade: Estruturada, epistemológica, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Compreender como ocorre a formação das geadas e, as consequências das variações de temperatura para o meio ambiente.

Investigação: Será possível congelar as folhas sem submetê-las ao freezer?

Material

Cloreto de sódio

Gelo moído

Álcool

Folhas pequenas de plantas

Vasilha

Água

Latinha de refrigerante cortada ao meio

Procedimento: Dentro da vasilha misture duas porções de gelo, uma porção de sal e acrescente um pouco de álcool. Em seguida, junte um pouco de água com as folhas dentro da latinha de refrigerante, colocando-o dentro da vasilha.

É importante que a latinha de refrigerante fique no centro da mistura. Para acelerar o processo, faça movimentos circulares com a vasilha, tomando cuidado para não derrubar a água da latinha. O que aconteceu nesse processo?

11. Energia Que Produz Calor

Atividade: Estruturada, instrucional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Compreender o princípio da conservação de energia.

Investigação: Qual é a relação entre o movimento ou o trabalho mecânico realizado diariamente, com o calor produzido?

Material

Tubo PVC de 1,2 m de comprimento com tampas nas extremidades

Chumbinho

Borracha

Vasilha de alumínio

Vasilha com gelo e sal

Fita adesiva

Termômetro

Procedimento: Faça um furo, em uma das tampas do cano, do tamanho do diâmetro do termômetro. Com a borracha, corte um pedaço que seja suficiente para tampar o buraco.

Coloque a vasilha de alumínio vazia no gelo e sal, para que fique gelada. Em seguida adicione os chumbinhos, cuidado para não os molhar. Mantenha nessa refrigeração por 5 minutos.

Após esse tempo, coloque o chumbinho no cano e lacre. Meça com o termômetro a temperatura inicial, mantenha o cano na vertical com o termômetro para baixa, mantendo contato direto com o chumbinho, anote. Agite cinco vezes o cano, meça novamente, anote. Repita esse procedimento gradativamente, construa um gráfico com seus resultados.

Capítulo V. Óptica

Óptica é a parte da Física responsável pelo estudo dos fenômenos associados à luz. Os fenômenos relacionados à Óptica são conhecidos desde a Antiguidade.

Existem registros de que, em 2.283 a.C., já eram utilizados cristais de rocha para observar as estrelas. Na Idade Antiga, na Assíria, já havia a lente de cristal; e, na Grécia, utilizava-se a lente de vidro para obter fogo.

O grande salto no estudo da Óptica ocorreu no século XVI. Galileu Galilei apresentou o primeiro telescópio, em 1609, e Snell Descartes chegou à Lei da refração. O trabalho mais importante dessa época foi à medição da velocidade da luz, determinada em $3,08 \cdot 10^{10}$ cm/s, obtido por Bradley, em 1728.

Outro importante nome para a evolução dos estudos sobre a Óptica foi o de Huygens que, em 1678, apresentou a hipótese de que a luz seria uma onda.

Isaac Newton também deixou suas contribuições na área, como a teoria da variação do índice de refração da luz pela variação da cor, que pode ser observada na dispersão da luz ao passar por um prisma.

Sugestão de Atividade 5

| Série / Ano | Eixo | Bimestre |
|----------------------|---------------------------|-------------|
| 8ª série / 9º ano EF | Vida e Ambiente | 3º bimestre |
| 8ª série / 9º ano EF | Tecnologia e Sociedade | 4º bimestre |
| 2º série EM | Som, Imagem e Comunicação | 3º bimestre |
| 2º série EM | Som, Imagem e Comunicação | 4º bimestre |

1. Câmara Escura

Atividade: Estruturada, instrucional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Construir uma câmara escura para que se possa compreender o funcionamento das máquinas fotográficas antigas.

Investigação: Como ocorreu o funcionamento das máquinas fotográficas do século passado?

Material

Caixa de papelão totalmente vedada e pintada de preto

Folha de papel vegetal

Papel alumínio

Fita adesiva

Agulha ou alfinete

Prego fino

Tesoura

Procedimento: Fure o centro da caixa com o prego, recorte um pedaço retangular de papel alumínio cobrindo o furo pelo lado de fora da caixa. Use a fita para fixar o papel alumínio, deixando a parte mais refletora virada para fora.

Faça no centro do lado oposto ao papel alumínio um quadrado de aproximadamente 10cm², em seguida cubra toda a abertura com o papel vegetal, fixando com a fita adesiva. Com o auxílio da agulha ou alfinete faça um furo no papel alumínio, exatamente em cima do furo já realizado com o prego.

2. Construindo Um Periscópio

Atividade: Estruturada, motivacional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Entender o princípio básico de reflexão da luz e perceber como ocorre a formação de imagens em espelhos planos.

Investigação: Como os submarinos conseguem enxergar o que está acima da superfície da água?

Material

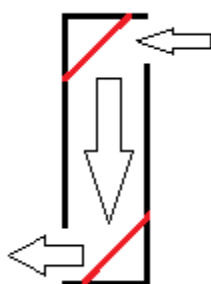
Caixa de papelão totalmente vedada e pintada de preto

Dois espelhos (proporcional ao tamanho da caixa)

Tesoura ou estilete,

Cola ou fita adesiva.

Procedimento: Com a caixa na posição vertical, recortem um retângulo na parte inferior de uma das faces. Na face oposta, recortem na parte superior um retângulo semelhante ao anterior, como indica a figura. Colem os espelhos dentro da caixa, em frente ao recorte, formando um ângulo de 45° em relação às paredes da caixa, como mostra a figura. Pronto!



3. Disco De Newton – Composição Da Luz

Atividade: Estruturada, epistemológico, demonstrativa.

Objetivo: Diferenciar as cores no espectro luminoso e sua decomposição, reconhecendo a relação entre pigmento, cor e luminosidade.

Investigação: Como produzir a cor branca a partir das cores que compõem o disco?

Material

Cartolina branca

Lápis de cor ou giz de cera

Compasso

Lápis preto

Régua

Transferidor

Barbante

Cola

CD

Procedimento: Deve-se realizar um círculo com aproximadamente 15 cm de diâmetro, dividindo o círculo em sete partes iguais, utilize o compasso para realizar as divisões.

Pintar as partes do círculo utilizando as cores do espectro luminoso. Fixar o círculo colorido no CD, passando por dentro dele um fio de barbante com aproximadamente 60 cm, cole o barbante no CD de modo com que ele tenha firmeza no giro.

Após o disco pronto, coloque-o em rotação constante. O que acontece?

4. Fábrica De Arco-Íris – Decomposição Da Luz

Atividade: Estruturada, instrucional, demonstrativa.

Objetivo: Mostrar que a luz é formada por outros componentes.

Investigação: Qual cor tem a luz branca?

Material

Espelho

Vasilha com água

Cartolina branca

Procedimento: Coloque o espelho na vasilha com água, fazendo com que a luz do sol seja refletida no espelho por meio da água, atingindo a cartolina. O que você está vendo?

5. Refração Da Luz

Atividade: Estruturada, instrucional, demonstrativa.

Objetivo: Construir um sistema onde é possível observar a trajetória de um raio quando ocorre a refração da luz.

Investigação: O que ocorre quando um raio incide em um meio, chegando a outro plano?

Material

Caixa de papelão pintada de preto

Pote de vidro com água

Régua

Caneta

Lanterna

Tesoura

Procedimento: Faça dois furos na lateral da caixa com espaçamentos de 2 cm entre ambas, produzindo fendas. Com cuidado para não derramar a água, introduza o vidro alinhado com as fendas. Em uma sala escura, acenda a lanterna, e veja o que acontece?

6. Reflexão Da Luz

Atividade: Não estruturada, funcional, demonstrativo.

Objetivo: Demonstrar a igualdade nos ângulos de incidência e reflexão em meios iguais.

Investigação: Um raio de luz que incide sobre o mesmo meio, sofre mudança em seu percurso?

Material

Pente grande

Espelho

Lanterna

Lápis ou caneta

Transferidor

Procedimento: Com o auxílio da lanterna, produza os raios de luz, tire suas conclusões.

7. Formando Imagens Em Espelhos Planos

Atividade: Não estruturada, motivacional, problematizadora.

Objetivo: Mostrar como a associação de espelhos pode multiplicar imagens.

Investigação: Que tal multiplicarmos dinheiro?

Material

Dois espelhos

Fita adesiva

Velas

Transferidor

Moedas

Procedimento: Descubra se é possível.

8. Jogo De Espelhos

Atividade: Estruturada, funcional, demonstrativo.

Objetivo: Construir um modelo de espelho que expresse as leis dos espelhos côncavos e convexos.

Investigação: Todos os feixes de luz, em qualquer espelho, têm a mesma reação?

Material

Pente grande

Lanterna

Papel cartão preto

Papel laminado

Garrafa pet

Cola

Tesoura

Procedimento: Corte a garrafa de maneira transversal obtendo um anel de aproximadamente 5 cm. Corte o anel ao meio, obtendo um semicírculo. Cole o papel laminado nas duas partes do semicírculo.

No papel cartão cole o semicírculo. Usufrindo da lanterna e do pente produza, em uma sala escura, feixes de luz na “frente” e por “trás” do semicírculo. O que acontece?

9. A Caixa Das Cores

Atividade: Não Estruturada, motivacional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Compreender os fenômenos das cores e suas características físicas.

Investigação: O que acontece quando um feixe de luz monocromática incide sobre um corpo?

Material

Caixa grande de papelão pintada de preto

3 Lanternas

Papel celofane vermelho, verde, azul

Tesoura

Elásticos

Fita isolante

Cola

Figuras coloridas (podem desenhar e pintar bem forte as figuras)

Procedimento: Construa uma discoteca de figuras, alterando suas cores.

10. Misturando As Cores

Atividade: Não estruturada, motivacional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Observar as relações entre luz e cor – dispersão da luz.

Investigação: Sabe-se que cada cor possui uma frequência e um comprimento de onda próprio. O que acontece quando se misturam cores diferentes?

Material

3 lanternas

Papel celofane vermelho, verde e azul

Elástico

Procedimento: Combine as cores, e veja o que acontece?

11. Caleidoscópio

Atividade: Estruturada, instrucional, demonstrativa.

Objetivo: Mostrar que o número de imagens formadas depende do ângulo formado pelos espelhos.

Investigação: A associação tripla de espelhos pode multiplicar imagens?

Material

Cartolina

3 espelhos retangulares iguais

Papel vegetal

Tesoura

Fita adesiva

Papeis coloridos

Miçangas

Procedimento: Com os espelhos, construa um prisma, com as faces espelhadas pra dentro. Faça dois triângulos, tampando as bases com as miçangas dentro do prisma. Um triângulo com a cartolina, fazendo um furo no centro, outro triângulo com o papel vegetal, sem furo algum. O que conseguem ver?

12. Construindo Um Espectroscópio

Atividade: Estruturada, motivacional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Mostrar a decomposição da presente no espectro visível.

Investigação: Como a luz se comporta ao passar por determinados meios?

Material

Rolo de filme PVC

CD sem utilidade

Tesoura ou estilete

Papel cartão preto

Fita adesiva

Fita isolante

Procedimento: Com a fita retire a parte superior do CD, deixando a parte brilhosa. Corte o CD em pedaços que caibam na circunferência do rolo de filme PVC. Fixe o pedaço do CD com a fita isolante. Na outra extremidade do rolo de filme PVC, tampe com papel cartão, deixando um orifício que possa ver os feixes de luz. Pronto, bom experimento.

Capítulo VI. Ondulatória

Chamamos de Ondulatória a parte da Física que é responsável por estudar as características e propriedades em comum dos movimentos das ondas.

A onda não é capaz de originar-se sozinha, visto que ela apenas faz a transferência de energia cinética de uma fonte. Portanto, fonte é o objeto ou meio que pode criar uma onda.

As ondas são perturbações que se propagam no espaço ou em meios materiais transportando energia. De acordo com a sua natureza, as ondas podem ser classificadas em dois tipos:

Ondas mecânicas que se propagam em meios materiais. Por exemplo: as ondas marítimas, ondas sonoras, ondas sísmicas etc. A descrição do comportamento desse tipo de onda é feita pelas Leis de Newton.

Ondas eletromagnéticas que resultam das combinações entre campo elétrico e campo magnético. Sua principal característica é de não precisam de um meio material para propagar-se.

A onda da luz solar, por exemplo, os raios-X, micro-ondas, ondas de transmissão de sinais, entre outras. Elas são descritas pelas equações de Maxwell.

Sugestão de Atividade 6

| Série / Ano | Eixo | Bimestre |
|----------------------|---------------------------|-------------|
| 8ª série / 9º ano EF | Vida e Ambiente | 3º bimestre |
| 8ª série / 9º ano EF | Tecnologia e Sociedade | 4º bimestre |
| 2ª série EM | Som, Imagem e Comunicação | 3º bimestre |

1. Produção De Som

Atividade: Não estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Demonstrar que um corpo, quando vibra, produz som.

Investigação: O que é o som? De onde vem o Som? O que produz o som?

Material

Cordas de nylon

Tábua

Parafusos em pares diferentes

Barbante fino

Chave para os parafusos

Procedimento: Usufruindo dos materiais acima, analise os fenômenos que devem ser realizados para se produzir o som.

2. Observando As Vibrações

Atividade: Estruturada, motivacional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Mostrar como uma onda sonora se comporta em uma fração de segundo.

Investigação: As ondas mecânicas possuem sempre o mesmo comportamento?

Material

Alto falante ou caixa de som

Maisena

Tinta guache ou corante

Água

Papel celofane ou filme plástico

Procedimento: Dissolva a maisena na água formando uma pasta, o ponto ideal da pasta é quando se aplica uma força sobre ela sem espalha-las. Separe a pasta em três potes, misturando com a tinta guache, uma de cada cor, se possível.

Com o auxílio de um amigo, segure o celofane esticado, muito próximo do autofalante. Tome cuidado para não rasgar o celofane, derrubando o líquido em cima da caixa. Coloque a pasta de maisena, iniciando com cor branca, seguindo das outras cores. Ligue o som gradativamente, observe e tire suas conclusões.

3. Telefone em Fio

Atividade: Não estruturada, epistemológico, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Mostrar que a onda precisa de um meio para propagar-se.

Investigação: É possível mandar um recado de som por algum meio qualquer?

Material

Barbante

Copos de plástico

Procedimento: Construa um telefone com o barbante, seu foco é enviar mensagens completas para seus companheiros.

4. Som Preso?

Atividade: Estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Demonstrar que a velocidade do som depende do meio de propagação.

Investigação: Será que possível a comunicação dos nadadores dentro d'água?

Material

Pote de vidro com tampa

Fita isolante

Despertador ou celular

Base de isopor ou almofada

Procedimento: Com o despertador programado, coloque-o dentro do pote de vidro. Lacre o vidro por completo, deixe-o em cima da base de isopor, quando despertar o que acontece?

5. Ondas Estacionárias

Atividade: Estruturada, instrucional, demonstrativa.

Objetivo: Mostrar que a transmissão do som, no ar, se faz por meio de ondas.

Investigação: Quando assoviamos, assopramos um apito ou um instrumento de sopro o que, exatamente, acontece com o som?

Material

Tubo de ensaio

Pó de cerra

Papel celofane

Elástico

Apito

Procedimento: Adicione o pó de cerra dentro do tubo de ensaio, aproximadamente uma colher de café. Feche o tubo de ensaio com o papel celofane. Como tubo de ensaio na posição horizontal apite, com uma distância de 1 cm entre o tubo de ensaio e o apito. Se necessário, adicione uma extensão no apito.

Capítulo VII. Eletromagnetismo

O eletromagnetismo é parte da Física que estuda as propriedades elétricas e magnéticas da matéria, em particular as relações estabelecidas entre elas.

Durante muito tempo, acreditou-se que eletricidade e magnetismo formavam o mesmo fenômeno, somente em 1600 que o médico e físico inglês Gilbert escreveu um livro distinguindo as duas teorias.

No final do século XVIII Charles-Augustin de Coulomb e Henry Cavendish haviam determinado as leis empíricas que regiam o comportamento das substâncias eletricamente carregadas e o dos ímãs.

Embora a similaridade entre as características dos dois fenômenos indicasse uma possível relação entre eles, só em 1820 se obteve prova experimental dessa relação, conhecido como o experimento de Oersted.

O dinamarquês Hans Christian Oersted, em seu experimento aproximou uma bússola de um fio de arame que unia os dois pólos de uma pilha elétrica, descobriu que a agulha imantada da bússola deixava de apontar para o norte, orientando-se para uma direção perpendicular ao arame.

Pouco depois, André-Marie Ampère demonstrou que duas correntes elétricas exerciam mútua influência quando circulavam através de fios próximos um do outro.

Apesar disso, até a publicação, ao longo do século XIX, dos trabalhos do inglês Michael Faraday e do escocês James Clerk Maxwell, o eletromagnetismo não foi, nem começou a ser considerado um autêntico ramo da Física.

Sugestão de Atividade 7

| Série / Ano | Eixo | Bimestre |
|----------------------|---------------------------|-------------|
| 7ª série / 8º ano EF | Ciência e Tecnologia | 4º bimestre |
| 8ª série / 9º ano EF | Tecnologia e Sociedade | 4º bimestre |
| 2ª série EM | Som, Imagem e Comunicação | 4º bimestre |
| 3ª série EM | Equipamentos Elétricos | 1º bimestre |
| 3ª série EM | Equipamentos Elétricos | 2º bimestre |

1. Aprendendo A Acender Uma Lâmpada

Atividade: Não estruturados, epistemológico, quantitativo com aparatos simples.

Objetivos: Acender a lâmpada usufruindo dos materiais fornecidos; analisar as diferentes tentativas de ligação; perceber o conceito de corrente elétrica.

Investigação: Por que a Lâmpada acende? Ela faz parte do circuito?

Materiais

Fios cabinhos

Lâmpada de 3v

Pilhas de 1,5v cada

Fita adesiva

Tesoura sem ponta.

Procedimento: Construir um circuito simples, alternando sua montagem, investigando as relações quando há uma montagem em série e paralelo.

2. Construindo Uma Luminária

Atividade: Não estruturados, epistemológico e quantitativo com aparatos simples.

Objetivos: Analisar a função de um interruptor, e como se comporta o circuito ao abrir e fechar o sistema.

Investigação: Por que a lâmpada apaga e acende no sistema? Qual a função da lâmina metálica no sistema?

Materiais

Lâmpada de 3v

Fios cabinhos

Duas tachinhas

Alumínio de lata de refrigerante

Lixa

Pilhas de 1,5v cada

Fita adesiva

Uma base de madeira ou papelão grosso

Tesoura sem ponta

Martelo

Procedimento: Construa um aparelho onde seja possível abrir e fechar um circuito elétrico.

3. Condutores E Isolantes

Atividade: Não estruturada, motivacional, problematizador.

Objetivo: Identificar quem são considerados bons e maus condutores.

Investigação: Qualquer material serve para fechar um circuito? O que os torna diferentes?

Material

Lâmpada de 3v

Fios cabinhos

Pilhas de 1,5v cada

Fita adesiva

Materiais diversos da sala

Procedimento: Faça um pequeno circuito elétrico, teste várias ligações e veja em quais a lâmpada acende ou não.

4. Condutores Líquidos

Atividade: Não estruturada, epistemológica, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Observar que a corrente elétrica também passa pelos líquidos.

Investigação: A eletricidade pode ser transportada em meios líquidos.

Material

Circuito elétrico simples

Copos descartáveis para cafezinho

Sal (NaCl)

Açúcar (C₁₂H₂₂O₁₁)

Sulfato de Cobre (CuSO₄)

Laranja

Limão

Vinagre

Água

Procedimento: Acenda a lâmpada, fechando o circuito com os líquidos.

5. Conhecendo As Linhas De Campo Do Ímã

Atividade: Estruturada, instrucional, demonstrativa.

Objetivo: Analisar as linhas de campo magnético, evidenciando as leis de atração e repulsão, provando que os pólos não podem ser separados.

Investigação: É possível um ímã interferir na ação de uma bússola? Porque isso ocorre?

Material

Ímã em barra, se possível grande

Bússola

Folha de papel

Limalha de ferro

Procedimento: Em um primeiro momento coloque o ímã no centro da folha de papel, faça medições com a bússola em torno do ímã, o que você observa.

Continuando o experimento, espalhe a limalha de ferro, o mais uniforme possível, na folha de papel. Em seguida, com cuidado, coloque a folha com a limalha de ferro, em cima do ímã. O que acontece?

6. Construindo Uma Bússola

Atividade: Não estruturada, motivacional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Compreender o funcionamento da Bússola.

Investigação: O que influencia no funcionamento de uma bússola?

Material

Copo ou xícara com água

Agulha de costura

Rolha ou isopor

Ímã

Procedimento: Para que você não se perca em seus estudos diários, construa uma bússola que possa mostrar-lhe seu caminho. Bom experimento.

7. Campo Magnético De Uma Corrente Elétrica

Atividade: Não estruturada, motivacional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Mostrar que a eletricidade, quando caminha, tem efeitos magnéticos.

Investigação: É possível a ação de uma corrente elétrica interferir na função de uma bússola?

Material

Bússola

Limalha de ferro

Folha de papel

Pilhas de 1,5v

Base de madeira

Pegos grandes

Fio de cobre

Martelo

Procedimento: Construa um circuito elétrico simples, com a bússola, a limalha de ferro, investigue quais fenômenos estão a proceder.

8. Eletroímã

Atividade: Estruturada, motivacional, demonstrativa.

Objetivo: Mostrar como se pode produzir força magnética com a passagem da corrente elétrica em torno de um objeto de ferro.

Investigação: A corrente elétrica tem força para mover objetos?

Material

Prego

Fio de cobre esmaltado

Limalha de ferro

Alfinetes

Pregos pequenos

Pilha de 1,5v

Fita crepe

Procedimento: Encape o prego com a fita crepe, em seguida, enrole no prego o fio de cobre esmaltado, deixando suas extremidades longas para conectar na pilha. Realize várias tentativas, aproximando o prego sem a pilha e com a pilha. O que acontece? O que você observa de fenômeno?

9. Ímã Que Produz Luz

Atividade: Não estruturada, epistemológica, problematizadora.

Objetivo: Mostrar que é possível produzir eletricidade através das interações do campo eletromagnético.

Investigação: Como é possível um ímã acender uma lâmpada? Ele possui corrente elétrica em seu interior?

Material

Êmbolo de seringa

8 m de fio de cobre esmaltado

Lâmpada de led ou lanterna.

Ímãs que caibam no êmbolo

Tesoura ou estilete

Procedimento: Seu objetivo é acender a lâmpada.

10. Construindo Um Motor Elétrico

Atividade: Não estruturada, epistemológica, problematizadora.

Objetivo: Compreender o princípio fundamental dos motores elétricos.

Investigação: Como ocorre o funcionamento de um motor elétrico? Quais os fenômenos que podem ser explicados?

Material

1 m de fio de cobre esmaltado

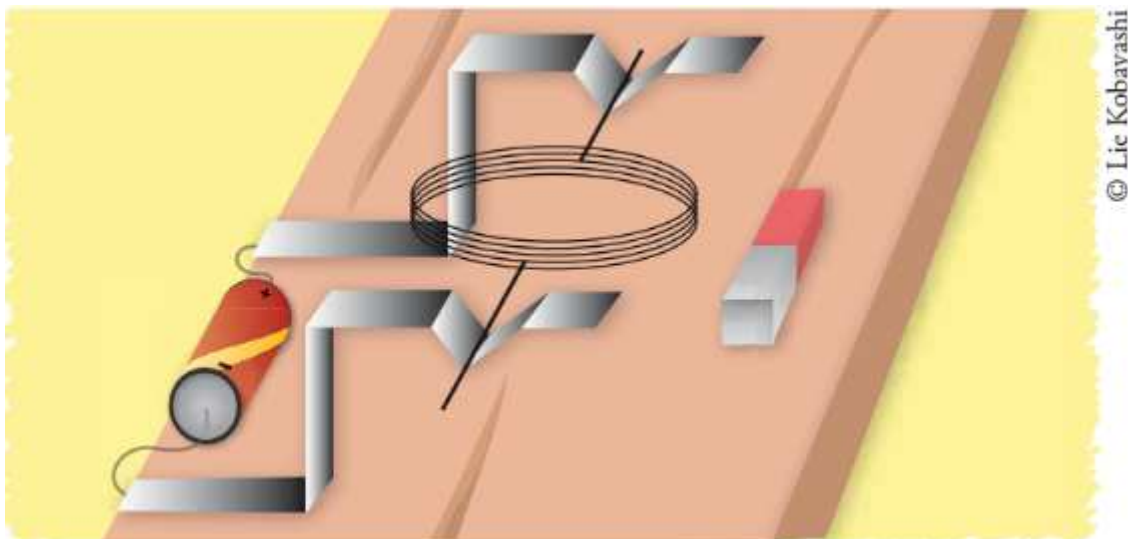
Presilhas metálicas de pasta de arquivo

2 pilhas de 1,5v

Ímã em barra

Base de madeira

Procedimento: Observe o modelo abaixo para construção do seu experimento.



(SEE 2014, “Caderno do aluno”, pag. 67)

11. Blindando Uma Onda

Atividade: Estruturada, instrucional, demonstrativa.

Objetivo: Mostrar como as ondas eletromagnéticas propagam-se.

Investigação: Como um rádio ou uma televisão podem realizar suas transmissões? Como a internet via rádio funciona?

Material

2 aparelhos celulares

Papel alumínio

Papeis diversificados (celofane, cartolina, jornal etc.)

Lata ou panela com tampa

Procedimento: Coloque um dos celulares dentro da lata, em outro momento, enrole o celular nos diversos papeis, sempre tentando fazer ligações, ou até mesmo, enviar mensagens, arquivos via *bluetooth*, o que acontece com a comunicação?

12. Experimento de Leyden

Atividade: Estruturada, motivacional, quantitativa com aparatos simples.

Objetivo: Compreender os fenômenos presentes no capacitor a partir do experimento de Leyden.

Investigação: É possível armazenar cargas elétricas em materiais sem o auxílio da corrente elétrica?

Material

Um pote de tampa com plástico

Arame

Fios tipo cabinho

Bola de pingue pongue

Papel alumínio

Procedimento: Corte uma tira de papel alumínio do diâmetro do pote, deixando uns 2 cm sobrando na borda superior, colocando na parte de dentro. Fixe com fita adesiva e faça a mesma coisa do lado de fora.

Agora, fure a bolinha, coloque o fio no orifício, vai ficar parecido com um pirulito, enrole o papel alumínio em volta da bolinha. Faça um burquinho na tampa do pote e coloque a bolinha já enrolada no papel alumínio.

Por fim, enrole um dos fios por dentro do pote, uma ponta encosta no arame, e outra no alumínio de dentro. Com o outro fio em mãos, coloque do lado de fora, deixando uma ponta solta.

Capítulo VIII. Física Moderna

No final do séc. XIX cientistas de todo o mundo acreditavam que os conhecimentos sobre as leis físicas tinham chegado ao fim.

Até então, as leis do eletromagnetismo, propostas por James Clerk Maxwell e Michael Faraday, eram consideradas o ponto final do conhecimento físico, e nada mais poderia ser descoberto na ciência da natureza.

Mas no ano de 1900, Max Planck, tentando explicar os fenômenos da radiação térmica, revolucionou a Física, apresentando a mecânica quântica. Em 1905, Albert Einstein, um jovem e desconhecido físico alemão, publicou a Teoria Especial da Relatividade e a teoria do Efeito Fotoelétrico, que revolucionou a mentalidade científica para o estudo dos fenômenos atômicos.

Com o desenvolvimento da Mecânica Quântica, através dos trabalhos de Albert Einstein, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Wolfgang Pauli, Erwin Schrödinger, entre outros, descobriu-se o comportamento dual dos elementos atômicos e das ondas eletromagnéticas, que ora se manifestavam como partículas, tendo massa e dimensões definidas, ora se manifestavam como ondas.

A Física voltou-se para o mundo microscópico, onde passou a estudar os fenômenos subatômicos, que mais tarde possibilitou grandes avanços tecnológicos, como o desenvolvimento das telecomunicações, os avanços na eletrônica, e até mesmo uma explicação mais eficiente sobre a evolução do universo.

Sugestão de Atividade 8

| Série / Ano | Eixo | Bimestre |
|----------------------|------------------------|-------------|
| 8ª série / 9º ano EF | Tecnologia e Sociedade | 4º bimestre |
| 3ª série EM | Matéria e Radiação | 3º bimestre |
| 3º série EM | Matéria e Radiação | 4º bimestre |

1. Observando Algo Invisível

Atividade: Estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Observar a estrutura atômica e o espalhamento de partículas.

Investigação: Sabendo que, devido à dimensão do átomo ser da ordem de 10^{-10} m, ele não pode ser observado a olho nu, essas informações deixam questionamentos: Como podemos descobrir a estrutura de algo invisível?

Material

Placa de madeira com um corpo material plano fixado numa das faces, que ficará virada para baixo

Diversas bolinhas com mesmo diâmetro (plástico, vidro, metal etc.)

Folhas sulfite

Lápis ou caneta

Procedimento: Atire as bolinhas embaixo da placa, identificando sua trajetória. Observe, com muito cuidado, qual caminho cada uma faz ao ser lançada em direção ao alvo e por qual caminho ela volta após bater nele.

2. Identificando Os Elementos Químicos Nos Materiais

Atividade: Estruturada, motivacional, problematizadora.

Objetivo: Mostrar que cada material possui sua própria impressão, podendo ser identificado através do espectro de emissão de radiação.

Investigação: Será possível identificar quais os elementos que compõem o Sol?

Material

Vasilha que suporte fogo

Álcool

Fósforo

Colher

Cloreto de lítio (LiCl)

Cloreto de bário (BaCl₂)

Cloreto de sódio (NaCl)

Sulfato de cobre (CuSO₂)

Cloreto de cálcio (CaCl₂)

Cloreto de potássio (KCl)

Procedimento: Com muito cuidado, acenda a vasilha com álcool, com a colher adicione, um por vez, pequenas quantidades de cada sal, o que acontece?

3. O Que Há Por Dentro Do Corpo Humano

Atividade: Não estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Compreender como ocorre o funcionamento das máquinas de raios X.

Investigação: Como será possível enxergar dentro do corpo humano?

Material

Pasta plástica fumê com 3 cm de espessura

Imagem frontal e posterior de uma parte do corpo humano

Lanterna

Procedimento: Tente olhar a imagem dentro da pasta sem abri-la. Relate suas tentativas.

4. Luz Negra

Atividade: Não estruturada, funcional, demonstrativa.

Objetivo: Interpretar a cor de um objeto como o resultado de processos de absorção e reflexão seletiva da luz ou da radiação que incide sobre ele.

Investigação: Como é possível descobrir se obras de artes são verdadeiras e falsas?

Material

Celular com flash

Fita adesiva

Marcador permanente azul

Procedimento: Construa sua luz negra, lembre-se das frequências em que a luz precisa estar para que o experimento funcione.