



## **PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE ELETROSTÁTICA E ELETROMAGNETISMO DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO MÉDIO**

Hemila Suelem Souza de Oliveira

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

Orientador: Dr. Jorge Luis López Aguilar

**Rio Branco - AC**

**Junho/2018**



**Universidade Federal do Acre**  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Centro de Ciências Biológicas e da Natureza  
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

---

ATA DE SESSÃO DE DEFESA DE Mestrado DE HEMILA SUELEM SOUZA DE OLIVEIRA, DISCENTE DO CURSO DE Mestrado NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA, REALIZADA NO DIA 25 DE JUNHO DE 2018 NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE

Às 8 horas e 20 minutos, na sala ambiente do Bloco de Medicina, tiveram início os trabalhos da sessão pública de defesa de mestrado da discente **HEMILA SUELEM DE SOUZA OLIVEIRA** com o seguinte título: **PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE ELETROSTÁTICA E ELETROMAGNETISMO DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO MÉDIO**. A banca examinadora foi presidida pelo professor Jorge Luis López Aguilar e composta pelos professores Luciene Batista da Silveira e Antonio Romero da Costa Pinheiro. Após a exposição oral, a discente foi arguida pelos examinadores. Ao final da arguição, a sessão foi suspensa às 10 horas e 15 minutos e, em sessão secreta, os examinadores atribuíram o resultado. Reaberta a sessão pública, foi anunciado o resultado. A discente foi considerado aprovada. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente Ata que vai assinada pelos membros da banca examinadora.

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Jorge Luis López Aguilar (Orientador/Presidente)

Prof. Dra. Luciene Batista da Silveira (Examinador Externo)

Prof. Dr. Antônio Romero da Costa Pinheiro (Examinador Interno)

**Rio Branco - AC**  
**Junho /2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

O482p Oliveira, Hemila Suelem Souza de Oliveira, 1990 -

Propostas de atividades experimentais de eletrostática e eletromagnetismo de baixo custo para o ensino médio/ Hemila Suelem Souza de Oliveira; orientadora: Dr. Jorge Luis López Aguilar. – 2018.

105 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós – Graduação de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF). Rio Branco, 2018.

Inclui referências bibliográficas e apêndice.

1. Ensino de Física. 2. Ensino e aprendizagem. 3. Atividades experimentais. I. Aguilar, Jorge Luis López (orientador). II. Título.

CDD: 530.7

Bibliotecária: Nádia Batista Vieira CRB-11º/882.

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, por toda a força, destreza e garra que me concedeu perante as dificuldades enfrentadas.*

*Ao meu marido, pelo incentivo, compreensão e paciência nos momentos mais cansativos e estressantes, com o mestrado acompanhado de uma gravidez de risco.*

*A minha mãe por sempre me apoiar em todas as decisões da minha vida, e estar sempre pronta para ser meu alicerce, meu porto seguro.*

*Aos meus irmãos por estarem sempre ao meu lado.*

*Ao meu orientador Professor Dr. Jorge Luis López Aguilar, pela ajuda e orientação.*

*Ao professor Doutor Marcelo Castanheira, por toda ajuda, por me ouvir e se mostrar sensível perante os problemas da minha gravidez, por estar sempre tirando as minhas dúvidas e com todos os esclarecimentos perante a burocracia do MNPEF e da UFAC.*

*A banca examinadora, pela leitura e pela análise críticas construtivas.*

*Aos professores do MNPEF pelos ensinamentos dados.*

*Aos meus colegas da turma de mestrado pelos momentos de confidências aos quais partilhamos.*

*A comunidade do Centro de educação de Jovens e Adultos (CEJA) de Rio Branco Acre, que contribuíram para o aperfeiçoamento e aplicação do produto educacional.*

*A SBF pela oportunidade de proporcionar um Mestrado voltado para o Ensino em nosso estado.*

*A CAPES pelo auxílio financeiro que foi muito importante para a minha formação.*

*E a todos que contribuíram direta ou indiretamente com o desenvolvimento deste trabalho.*

## RESUMO

Este trabalho visa contribuir com o processo de inserção de metodologias experimentais de eletrostática e eletromagnetismo no Ensino Médio. Tendo como principal objetivo tornar as aulas de física mais prazerosas e de fácil compreensão no âmbito pedagógico. As propostas das atividades experimentais de baixo custo foram os recursos utilizados nesta pesquisa, tornando o ensino de eletrostática e eletromagnetismo facilitado. A nossa pesquisa está embasada na corrente filosófica de Piaget e Vygotsky quando trabalhamos sobre a importância das atividades em grupo. Os participantes deste trabalho de pesquisa foram alunos do Centro Educacional de Jovens e Adultos do Acre, foram coletados dados através de entrevistas e questionários, sobre a importância das atividades experimentais. A partir desses dados, foram analisados, verificados e comprovados a importância de se estudar a teoria casada com a prática, e que é possível trabalhar com atividades de baixo custo, sem a necessidade de espaço físico adequado (laboratório), podendo utilizar a sala de aula para as experiências.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Ensino e Aprendizagem, atividades experimentais, baixo custo.

## **ABSTRACT**

This work aims to contribute to the process of insertion of experimental methodologies of electrostatics and electromagnetism in High School. Having as main objective to make the classes of physics more pleasant and of easy understanding in the pedagogic scope. The proposals of low cost experimental activities were the resources used in this research making the teaching of electrostatics and electromagnetism facilitated. Our research is based on the philosophical current of Piaget and Vygotsky when we work on the importance of group activities. Participants in this research were students of the Youth and Adult Education Center of Acre, data were collected through interviews and questionnaires about the importance of experimental activities. From these data, the importance of studying married theory with practice was analyzed, verified and proven, and if it is possible to work with activities at low cost without the need of adequate physical space (laboratory), being able to use the classroom for the experiments.

**Keywords:** Teaching Physics, Teaching and Learning, experimental activities, low cost.

# Lista de figuras

<b>Figura 1-</b> Estrutura atômica .....	19
<b>Figura 2-</b> Princípio da atração e da repulsão.....	20
<b>Figura 3-</b> Condutores e isolantes .....	21
<b>Figura 4 -</b> Eletrização por atrito.....	22
<b>Figura 5 -</b> Eletrização por contato .....	22
<b>Figura 6-</b> Eletrização por indução.....	23
<b>Figura 7-</b> Lei de Coulomb .....	24
<b>Figura 8 -</b> Linhas de força do campo elétrico.....	25
<b>Figura 9 -</b> Capacitor elétrico.....	27
<b>Figura 10 -</b> Circuito elétrico.....	28
<b>Figura 11 -</b> Gerador elétrico.....	29
<b>Figura 12 -</b> Campo magnético terrestre.....	30
<b>Figura 13 -</b> Linhas do campo magnético num imã.....	30
<b>Figura 14 -</b> Alunos participantes da pesquisa .....	39
<b>Figura 15 -</b> Seleção dos materiais dos experimentos.....	40
<b>Figuras 16 -</b> Montagem dos experimentos.....	41
<b>Figura 17 -</b> Exposição/explicação dos experimentos.....	42

# Lista de gráficos

<b>Gráfico 1</b> – Situação dos ambientes da experimentação em ensino de física nas escolas públicas do estado do Acre .....	12
<b>Gráfico 2</b> - 1ª pergunta pré-teste.....	43
<b>Gráfico 3:</b> 2ª pergunta pré-teste.....	44
<b>Gráfico 4-</b> 3ª questão pré-teste.....	45
<b>Gráfico 5</b> - 4ª pergunta pré-teste.....	46
<b>Gráfico 6</b> -5ª pergunta <b>pré</b> -teste.....	47
<b>Gráfico 7</b> - 1ª pergunta pós-teste.....	48
<b>Gráfico 8</b> -2ª pergunta pós-teste.....	48
<b>Gráfico 9-</b> 3ª pergunta pós-teste.....	49
<b>Gráfico 10-</b> 4ª pergunta pós-teste.....	50
<b>Gráfico 11-</b> 5ª pergunta pós-teste.....	51

## SUMÁRIO

<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 PROBLEMÁTICAS DO ESTUDO .....	11
1.2 HIPÓTESES.....	13
1.3 A IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA PRÁTICA DOCENTE .....	13
1.4 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	14
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>18</b>
<b>CONCEITOS FÍSICOS ABORDADOS NA PESQUISA .....</b>	<b>18</b>
2.1 Abordagens históricas da eletrostática no Ensino Médio .....	18
2.1.1 Carga elétrica .....	19
2.1.2 Princípio de atração e repulsão .....	20
2.1.3. Condutores e isolantes.....	21
2.1.4 Processos de eletrização .....	21
2.1.5 Lei de Coulomb.....	23
2.1.6 Campo elétrico e potencial elétrico.....	25
2.1.7 Capacitor Elétrico.....	27
2.1.8 Circuitos elétricos.....	28
2.1.9 Gerador elétrico.....	28
2.1.10 Campo magnético.....	29
2.1.11 Magnetismo.....	30
2.2 PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM NO ENSINO DA ELETRÓSTATICA E ELETROMAGNETISMO.....	31
2.2.1 Teorias de aprendizagens .....	31
2.2.2 Piaget e a importância de trabalhos em grupos.....	32
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>33</b>
<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>35</b>
3.1 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	35
3.1.1 Objetivo geral .....	35
3.1.2 Objetivo específico.....	35
3.4 TIPO DA PESQUISA .....	37

3.5 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	38
3.6 QUESTIONÁRIO .....	38
3.7 LOCAL E PARTICIPANTES .....	38
3.8 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....	39
3.9 APLICAÇÃO DO PRODUTO .....	40
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>43</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
4.1 QUESTIONÁRIO DIDÁTICO METODOLÓGICO - PRÉ-TESTE .....	43
4.2 QUESTIONÁRIO DIDÁTICO METODOLÓGICO - PÓS-TESTE .....	47
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>53</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE B - SEQUENCIA DIDÁTICA DA AULA EXPOSITIVA.....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICE C - PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>64</b>

## CAPITULO 1

### INTRODUÇÃO

No aprendizado dos conteúdos de física, baseando-se na vivência em sala de aula e de observações, é clara a percepção de que os alunos assimilam melhor um conteúdo específico, que está sendo trabalhado, através do método da experimentação de fenômenos físicos. Não somente o observar, mas o fazer, o fato de poder comprovar as leis físicas estudadas em sala de aula.

A vida profissional de um professor de física no Ensino Médio, levando em consideração o tempo disponível, para se preparar uma aula, encontra-se cada vez mais defasada. O professor poucas vezes pode trabalhar com aulas práticas, porque algumas escolas não contam com os recursos didáticos disponíveis ou ambientes laboratoriais. Em alguns casos, os laboratórios não estão preparados suficientemente, para montar uma aula prática simples. Portanto, para uma educação de qualidade, exigirá muito planejamento, organização, tempo e disponibilidade. Segundo Kubata, Fróes e Fontanezi (2012), evidenciam a importância do professor, nesse processo de ensino, e manifestam que:

[...]A postura do professor em sala de aula, bem como suas artimanhas em articular o conteúdo teórico a ser ensinado com atividades mais dinâmicas e uma abordagem moderna são, sem dúvida, pontos de partida para a solução de problemas em sala de aula, tanto no sentido disciplinar (comportamento do aluno) quanto no índice de rendimento de conteúdos que serão aproveitados pelo estudante. (pag.02).

Partindo destes pontos, levantamos a seguinte problemática: Como nós pesquisadores e estudantes do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, poderíamos contribuir, para facilitar o processo de Ensino e aprendizagem em sala de aula, utilizando o método da experimentação?

Baseados neste questionamento, este trabalho visa facilitar a implementação de atividades experimentais, do ensino de eletrostática e alguns conteúdos de eletromagnetismo, no Ensino Médio, levando em consideração não desamparar e nem sobrecarregar os professores, disponibilizando um suporte, como, sugestões de atividades experimentais simples e de baixo custo, que poderão ser trabalhadas até mesmo em sala de aula. Muitas vezes, o aluno tem dificuldades em relacionar o conteúdo teórico com a parte experimental, e devido à falta de material didático para montar simples experimentos que

auxiliam no processo de assimilação da teoria dos fenômenos físicos, acaba desistindo, já que é mais fácil deixar a parte experimental de lado, focando apenas na teoria.

Como experiência vivida enquanto professora, do Ensino Médio, na escola Clícia Gadelha tivemos a oportunidade de embasar o nosso objeto de pesquisa, onde constatou-se que é clara a necessidade de realizar atividades experimentais no ensino de Física para fixar os conteúdos teóricos com maior facilidade. Por outro lado, tem sido observado que os alunos do 3º ano têm aulas de eletromagnetismo na maioria das vezes de forma abstrata baseada em fórmulas que desestimulam o aprendizado, portanto vemos a necessidade de contribuir com aulas práticas para dar suporte às aulas teóricas elaborando roteiros de experimentos de física de baixo custo, que podem ser montados em sala de aula.

## 1.1 PROBLEMÁTICAS DO ESTUDO

O "como ensinar" vem sendo trabalhado arduamente, não só por professores, mas também por pesquisadores da educação. Trabalhar com atividades experimentais, por ser uma metodologia diferenciada que foge do tradicional quadro e giz, impacta os alunos uma aprendizagem mais prolongada, o que nos leva a reflexão sobre a busca pela aprendizagem significativa, que Ausubel, segundo Moreira et al (2001), afirma que:

O fator mais importante de que depende a aprendizagem de um aluno é aquilo que ele já sabe, ou seja, aquilo que está incorporado na sua estrutura cognitiva. Para Ausubel, a aprendizagem significativa, como incorporação substantiva, não meramente memorística de um novo conhecimento numa estrutura cognitiva prévia, está em oposição à aprendizagem em sala de aula pode localizar-se ao longo de duas dimensões independentes, que são dois contínuos, o contínuo aprendizagem mecânica - aprendizagem significativa e o contínuo aprendizagem por recepção - aprendizagem por descoberta. (pag. 4)

Aprender e ensinar ciências não se baseia apenas em lecionar, ministrar ou observar a exposição de determinados conteúdos teóricos, porém é importante que os envolvidos nesse processo obtenham um bom nível de entendimento entre a teoria e a prática.

Por isso, defendemos uma educação que tenha como suporte uma aprendizagem significativa, arraigada de subsídios teóricos, práticos e metodológicos. Infelizmente nos deparamos com situações, como ressalta Zanotello, (2006).

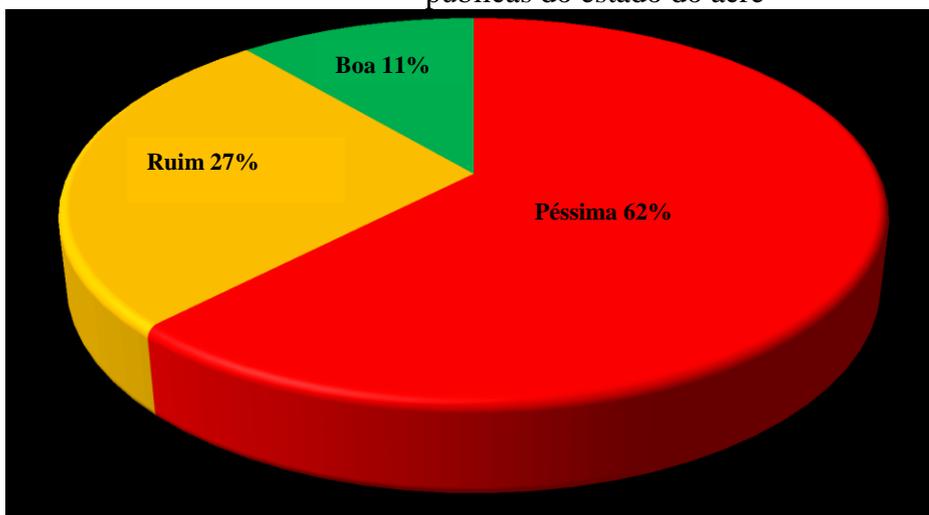
O desenvolvimento das aulas de física no ensino médio se dá basicamente através de livros didáticos ou apostilas que apresentam um breve resumo das teorias físicas, seguido pela resolução de exercícios, em geral organizados de modo a produzir apenas uma repetição sistemática de procedimentos. Essa prática muito comum limita o ensino de física a uma mera aplicação de fórmulas, com pouco significado para os estudantes. ( pag.01).

Silva (2011) já tinha a preocupação em ampliar o conhecimento, através do aprendizado da eletrostática e eletromagnetismo, quando afirma que:

O ensino da Eletrostática e eletromagnetismo no nível médio segue um padrão estabelecido nos livros didáticos; numa sequência em que apenas esporadicamente, ou em alguns casos nos finais dos capítulos, é que temos a proposta de experimentos e tiras rápidas falando sobre o desenvolvimento histórico do tema, sendo que o assunto é disposto de forma geral, sem o direcionamento específico para o tema tratado no capítulo vigente.

Observando e embasando os problemas da prática docente, com relação ao ensino de física, fomentamos aqui a nossa pesquisa com o objetivo de subsidiar professores que trabalham com Eletromagnetismo no ensino Médio, através de um caderno com sugestões de atividades experimentais, que poderão ser trabalhadas até mesmo em sala de aula, levando em consideração que de acordo com Pereira (2016), que das 21 escolas pesquisadas, de Rio Branco, Acre, nenhuma possui um laboratório apropriado de Física, sendo que esses laboratório pesquisados encontram-se em situações como consta no gráfico abaixo, contando com um espaço para Ciências.

**Gráfico 1** – Situação dos ambientes da experimentação em ensino de física nas escolas publicas do estado do acre



**Fonte:** Pereira, Fabio Soares, 1984- Formas de superação da situação da experimentação em Ensino de Física nas escolas publicas do Estado do Acre / Fabio Soares Pereira. – 2016.59 f. ; 30 cm.

## 1.2 HIPÓTESES

É difícil prender a atenção dos alunos trabalhando com aulas repetitivas, e sempre expositivas. O ensino de física está “matematizado” não se leva em consideração que a física é baseada na observação, interpretação dos fenômenos físicos, a explicação e o modelo teórico seguido por esses fenômenos. O aluno precisa ser o agente protagonista do Ensino-aprendizagem. Somente sentar e observar não torna-se suficiente no processo de assimilação de novos conteúdos. Por isso que acreditamos, assim como Araújo e Abib (2003) que,

[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. Nesse sentido, no campo das investigações nessa área, pesquisadores têm apontado na literatura nacional recente a importância das atividades experimentais. (pag. 176 )

## 1.3 A IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA PRÁTICA DOCENTE

Não é novidade a importância da instrumentalização do ensino como ferramenta na melhoria do nível de aprendizagem dos alunos. Esta pesquisa teve como ponto de partida, a facilitação na introdução das atividades experimentais como uma ferramenta alternativa na questão do processo de assimilação de novos conteúdos, partindo do campo teórico para a prática, sendo essa prática, de demonstração ou experimentação.

As atividades experimentais ocupam um papel de extrema relevância no contexto da aprendizagem significativa no ensino de ciências. Essas atividades podem incluir demonstrações feitas pelo professor, experimentos para confirmação de informações já abordadas, cuja interpretação leve à elaboração de conceitos entre outros (MALDANER, 1999).

Podemos observar a grande falta de interesse por parte dos alunos em estudar física envolvendo apenas fórmulas matemáticas, podemos ir mais além dessa falta de interesse, observamos, a partir de relatos, uma certa resistência em aprender conteúdos que não envolvam trabalhos práticos devido à falta de incentivo experimental.

## 1.4 REFERENCIAL TEÓRICO

Como ponto de partida da nossa dissertação, foi realizada uma pesquisa bibliográfica tendo como temas principais: Atividades experimentais no Ensino de Física, o ensino de eletrostática e atividades experimentais de baixo custo. Houve consultas em vários anais, principalmente em artigos científicos e outras dissertação relacionadas a essas temáticas, enfocando as que foram defendidas pelo MNPEF. A partir deste levantamento tivemos o direcionamento, indicando o caminho e a forma de trabalhar com o nosso objeto de pesquisa.

Analisando as produções recentes na área de investigações sobre a utilização da experimentação, como estratégia no ensino de Física para subsidiar futuros trabalhos de professores e pesquisadores no ensino médio, Mauro Araújo (2003) e Maria Lúcia Abib (2003) no artigo científico da Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, nº. 2, Junho, 2003, intitulado *Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades*, utilizaram como referência para a sua pesquisa dados dos trabalhos publicados entre 1992 e 2001 na Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF), em seu encarte Física na Escola e também no Caderno Catarinense de Ensino de Física (UFSC). Como resultado obtido a partir desta pesquisa, foi a comprovação de que a experimentação continua sendo tema de grande interesse dos pesquisadores, apresentando essa estratégia ampla gama de enfoques e finalidades para o ensino de Física.

Baseado na construção de um conhecimento de forma qualitativa e quantitativa aos alunos, João Henrique Moura Neves (2015) propôs desenvolver atividades experimentais com materiais didáticos alternativos, que permitam ao estudante uma reflexão sobre o aproveitamento de alguns materiais para estudo prático e, principalmente, de alguns conceitos básicos da Física Clássica, neles envolvidos, apresentando essa metodologia em sua dissertação de mestrado intitulada, *Uso de experimentos, confeccionados com materiais alternativos, no processo de ensino e aprendizagem de física: lei de Hooke*, como resultado principal o autor desenvolveu um produto que é composto por um kit descrevendo os materiais utilizados nos experimentos, roteiro experimental e os resultados após a aplicação desta atividade.

Na dissertação de mestrado intitulada, *Atividades experimentais no ensino de física*, o autor Renato Cassaro (2012, demonstrou a realidade da disciplina de física no Ensino

Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Santa Ana de Alvorada do Oeste – RO, enfatizou que é possível trabalhar a parte teórica com a parte experimental para que os alunos consigam compreender o universo e o seu funcionamento. Ao apresentar os resultados alcançados em sua pesquisa obtendo o envolvimento de toda a comunidade escolar no processo de ensino e aprendizagem a partir das atividades experimentais, o autor defende que subsidiado pelo seu trabalho confirma que as aulas de Física com atividades experimentais facilitam a aprendizagem do aluno.

Gracilene Gaia Caldas (2017), em sua dissertação de mestrado intitulada, *Atividades experimentais de acústica para o ensino de física: uma proposta na inclusão de surdos*, a autora, propões como principal objetivo apresentar a importância da utilização dos experimentos nas aulas de física, como um instrumento do ensino aprendizagem para uma abordagem à inclusão de surdos, visando-o como um facilitador para o ensino de conceitos sobre acústica. Apresentando assim, propostas metodológicas para o Ensino de Física, para alunos tidos como “normais” e aos alunos surdos. Os instrumentos que a autora utilizou em sua pesquisa para coleta de dados, foram entrevistas, questionários aos alunos, ao grupo de técnicos especialistas em educação, à gestão, ao Grupo de Alunos Surdos da Amazônia Tocantina (GESAT), bem como o desenvolvimento de uma Feira de Ciências na referida escola. Como resultados alcançado, Caldas, ressalta que a grande maioria dos entrevistados consideraram proveitosas as aulas com esta abordagem e que as dificuldades conceituais diminuiriam intensamente.

João Gomes da Silva (2016), em sua dissertação de mestrado intitulada, *Montagem experimental de um relé fotoelétrico didático para o ensino médio*, aborda a sua pesquisa a partir do ponto em que observa que no Brasil, o ensino de Física Moderna não tem recebido a devida importância durante o planejamento escolar, apesar de tratar-se de um conteúdo obrigatório. Destaca que nenhuma abordagem de práticas experimentais nas escolas públicas. A partir desse ponto, propõe um trabalho de montagem experimental que viesse a ser favorável para potencializar breves debates, envolvendo um tópico de Física Moderna e a fotocondutividade. O autor destaca que utilizaram alguns aparatos experimentais porém, em seu resumo não deixa claro qual foi a metodologia aplicada mas evidenciaram que durante o período em que as aulas foram ministradas, houve efetiva participação dos alunos, tanto em relação à assiduidade quanto à participação nas discussões relativas às questões problemas apresentadas. Por meio dessas ações, os alunos, em sua grande maioria, foram capazes de formular respostas coerentes, oralmente e por escrito. É possível perceber a contribuição das aulas experimentais para o ensino de Física,

pois possibilita aos alunos a vivência em sala de aula das aplicações inerentes aos avanços tecnológicos.

Sérgio Henrique de Oliveira Bezerra (2016) em sua dissertação de mestrado intitulada *Atividades experimentais em unidades de ensino potencialmente significativas*, realizou a sua pesquisa em uma escola pública estadual, da região metropolitana de Belém/PA, enfocando que as atividades experimentais podem influenciar a eficácia de sequências didáticas, no contexto do Ensino de Física. Embasou a sua pesquisa na Aprendizagem Significativa e nas interações entre professor e estudantes ou entre estudantes, ocorridas durante as atividades em sala de aula, verificou quais impactos, as atividades experimentais, poderiam representar durante a execução de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Mesmo expondo todos os seus objetivos e materiais para coleta de dados, o autor não traz no resumo os resultados obtidos na pesquisa, ficando em suspenso se comprova ou não a sua teoria.

MOREIRA e SÁTIRO (2015), em sua dissertação de mestrado intitulada, *Experimentos de baixo custo no ensino de mecânica para o ensino médio*, enfatizaram a sua pesquisa na confecção de um material de apoio ao professor de Física, na preparação de aulas experimentais de baixo custo. Em sua dissertação trazem uma abordagem estatística a partir dos Algarismos Significativos, Incertezas de Medidas até a Propagação das Incertezas. Evidenciam a importância do uso de experimentos de baixo custo como estratégia pedagógica.

No artigo apresentado no II SIEPE (Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão) intitulado *Estudo do auxílio de experimentos de baixo custo no processo ensino-aprendizagem na disciplina de física*, os autores LYRA e MIYAHARA (2011), frisam que em seu projeto está embasado na importância da utilização de experimentos no processo ensino aprendizagem em física como auxiliares no despertar de interesse dos alunos e, principalmente no reforço da importância dos conceitos no estudo de física. Buscou-se a comprovação da eficiência deste recurso e sua inserção no cotidiano da sala de aula, através de uma intervenção realizada com estudantes do ensino médio de colégio público do município de Guarapuava.

Em um artigo publicado na Estação Científica (UNIFAP) Macapá, intitulado *Uma abordagem histórica e experimental da Eletrostática*, o autor José Nilson Silva (2011) tem como objetivo oferecer ao professor de ensino médio, subsídios históricos relacionados à

Eletrostática, assim como um conjunto de aparatos experimentais que visem auxiliá-lo a despertar nos alunos, o interesse pelo assunto ministrado. Esta pesquisa foi realizada a partir da sequência utilizada em vários livros didáticos, tratando em caráter histórico as principais descobertas, assim como, experimentos que podem ser utilizados em sala de aula para comprovar uma teoria.

A partir da leitura artigos e de várias dissertações na área do ensino de Física, presentes principalmente no site do MNPEF, podemos reiterar que muitos dos problemas identificados e resultados obtidos por suas pesquisas, encontram-se apresentados de forma semelhante a nossa realidade reiterando a nossa problemática de estudo, e enfocando a construção do nosso produto educacional.

## **CAPÍTULO 2**

### **CONCEITOS FÍSICOS ABORDADOS NA PESQUISA**

Para embasar a pesquisa com relação a fundamentação teórica, discutimos ao longo do capítulo 2 sobre alguns conteúdos de Física que nortearam a construção dos nossos roteiros.

#### **2.1 Abordagens históricas da eletrostática no Ensino Médio**

Sabemos que a noção de eletrostática, surgiu a partir de observações dos fenômenos de eletrização, data-se que ocorreu por volta de seis séculos antes de Cristo, por Tales de Mileto (c. 624 a.C. - c. 556 a.C.) quando atritou um pedaço de resina fóssil (âmbar) no pelo de um animal ele passou a atrair outros objetos mais leves, como pedacinhos de palha e penas. O relato desta observação experimental de Tales costuma ser considerado o marco inicial da Eletrostática e eletricidade, nome derivado da palavra grega elétron, que significa "âmbar-amarelo".

Após o "nascimento" da eletricidade, não existiu um estudo detalhado sobre esse assunto, durante os próximos 22 séculos. Foi só então no século XVI que houve um estudo mais aprofundado das propriedades do âmbar a partir da realização de algumas experiências.

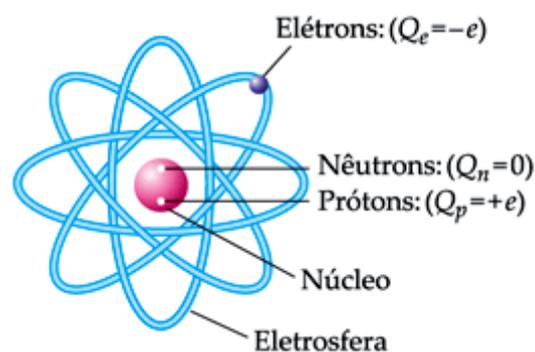
William Gilbert (1544-1603), físico, médico e pesquisador inglês, direcionou algumas de suas obras para os estudos dos imãs, quando ao cuidar da saúde da rainha Elizabeth I, observou o mesmo efeito que Tales, porém, em outros materiais como vidro, enxofre, lã, seda, entre outros. Ele foi o responsável pela publicação de uma obra que influenciou vários cientistas da época.

O primeiro gerador de cargas elétricas, foi criado por Otto Von Guericke. O dispositivo consistia em uma esfera de enxofre que, ao ser girada por uma manivela e esfregada com a mão ou com um pedaço de couro seco, produzia grande quantidade de eletricidade estática, capaz de atrair pequenos objetos, como pedaços de palha, papel e penas. Nessa época, muita gente se divertiu em espetáculos e reuniões sociais em que as pessoas recebiam e aplicavam choques de cargas de natureza elétrica utilizando a eletrização por atrito. BONJORNO, CLINTON et al (2018).

### 2.1.1 Carga elétrica

Durante muito tempo acreditou-se que a menor partícula constituinte da matéria do universo eram os átomos, no entanto, descobriu-se tempo depois que, formando parte de sua constituição se encontram inúmeras partículas ainda menores, das quais vamos considerar, por enquanto, apenas o próton, o nêutron e o elétron como representado na Figura 1.

**Figura 1:** Estrutura atômica, o átomo é composto por nêutrons e prótons, constituindo o núcleo, e os elétrons distribuídos na eletrosfera.



**Fonte:** [cadernodeeletronica.blogspot.com.br/2012/12/carga-eletrica.html].

A partir da imagem, da figura 1, podemos visualizar a estrutura do átomo, onde, os prótons e nêutrons estão localizados na pequena região central do núcleo, os elétrons estão localizados na parte externa (eletrosfera) e orbitam rapidamente em torno do núcleo, distribuídos nos diferentes níveis de energia permitidos.

Tendo como base algumas experiências descobriram-se que os prótons e os elétrons são partículas que possuem uma propriedade denominada de carga, por convenção adotou-se que os prótons são os que tem cargas positivas e os elétrons os de cargas negativas. Os nêutrons, são consideradas partículas eletricamente neutras sem carga.

Passou-se a considerar que a carga elétrica existe em múltiplos da carga  $e$  (carga de um elétron). Então, quando um corpo está eletrizado, sua quantidade de carga elétrica  $Q$ , em excesso ou em falta, é dada por:

$$Q = n.e \quad (1)$$

### 2.1.2 Princípio de atração e repulsão

Ao se estudar eletricidade em Física, nos deparamos com a conceituação do princípio da atração e da repulsão, que pode ser simplificado ao se trabalhar com a demonstração de um simples experimento, como atritar duas barras de vidro com um pano de seda, ao aproximarmos essas barras, notamos que elas se repelem, porque ambas estão eletrizadas positivamente. Portanto concluímos que, **materiais com cargas positivas se repelem.**

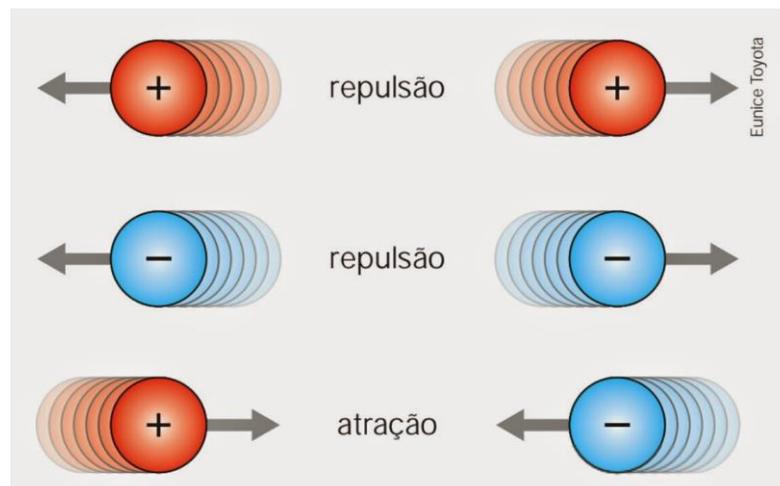
Agora, fazemos o mesmo procedimento com duas barras de celulóide (plástico), atritadas com lã. Nesse caso, assim como no anterior, ambas as barras irão se repelir, porém, agora estão eletrizadas negativamente. Que podemos deduzir que, **materiais com cargas negativas se repelem.**

Porém, se aproximarmos a barra de vidro atritada com seda e a barra de celulóide atritada com lã, verificamos que elas se atraem. Porque, **materiais carregados com carga positiva atrai carga negativa e vice-versa.**

A partir dessas observações, podemos enunciar a primeira lei fundamental da Eletrostática, também conhecida como princípio da atração e repulsão:

“Cargas elétricas da mesma espécie (mesmo sinal) se repelem, e cargas elétricas de espécies diferentes (sinais contrários) se atraem” como **mostrado** na Figura 2.

**Figura 1:** Princípio da atração e da repulsão



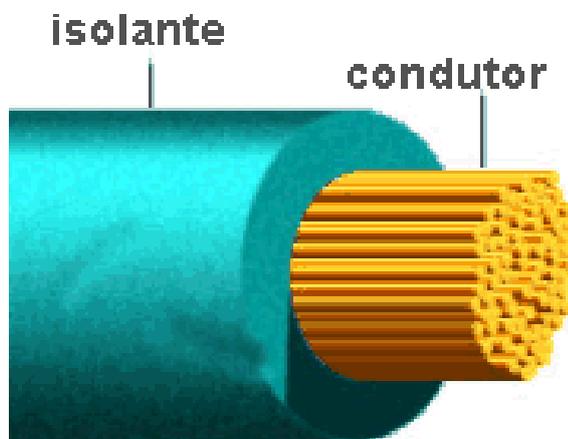
**Fonte:** <http://fisicanoleonor.blogspot.com.br/2016/03/3-ano-principios-da-elestatica.html>.

### 2.1.3. Condutores e isolantes

Alguns materiais permitem a transferência de elétrons com mais facilidade que outros, sendo chamados de **condutores elétricos**, como exemplos os metais, o carbono e a água mineral. Os que não transferem bem os elétrons são denominados **isolantes ou dielétricos**, como a borracha, a madeira, a água pura, o vidro, o papel e o plástico.

Podemos explicar a existência desses condutores e isolantes, a partir da presença dos elétrons, que podem ser chamados de elétrons livres ou elétrons de condução, nos átomos. Esses elétrons são chamados de livres, por serem atraídos mais fracamente pelo núcleo, e estarem mais afastados dele, podendo deslocar-se "livremente" no interior do material estando fora da ação de seu campo de ação. Existem alguns objetos que estão constituídos por materiais isolantes e condutores como na Figura 3 a seguir:

**Figura 2:** Um fio usado em instalações elétricas é composto por materiais isolantes e condutores.



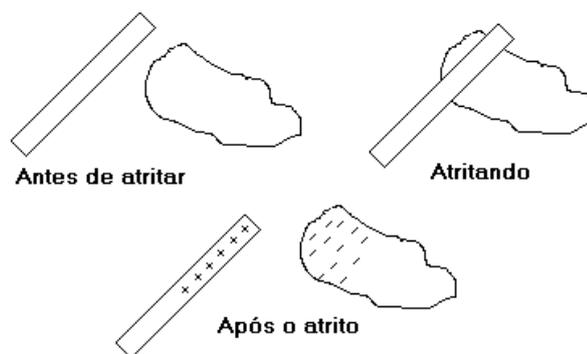
**Fonte:** <https://sobrefisica.wordpress.com/2011/04/15/3%C2%BA-condutores-e-isolantes-por-glaucia-vicente/>.

### 2.1.4 Processos de eletrização

Existem três processos de eletrização, são eles: eletrização por atrito, eletrização por contato e eletrização por indução. Nesta pesquisa algumas das propostas das atividades experimentais tomam como base esses processos.

A **eletrização por atrito** acontece quando dois corpos constituídos de materiais diferentes são atritados entre si, o contato entre eles permite que os átomos de um material possam interagir fortemente com os átomos do outro. Nessa interação, ocorre a transferência de elétrons de um corpo para o outro. O que **cede** elétrons é eletrizado **positivamente**, e aquele que **recebe** elétrons é carregado **negativamente**, como observamos na Figura 4 a seguir:

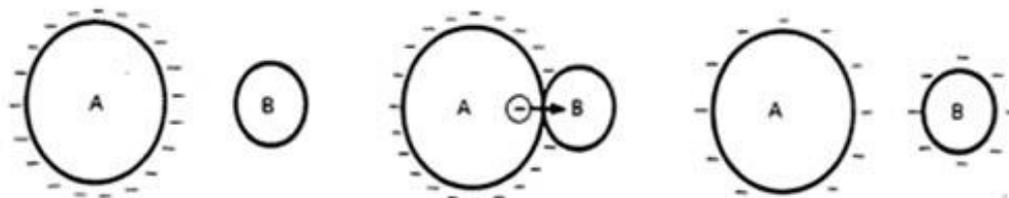
**Figura 3:** Representação do processo de eletrização por atrito.



Fonte: <http://vamosestudarfisica.com/processo-de-eletrizacao/>

A **eletrização por contato**, acontece quando colocamos em contato, um corpo que esteja carregado eletricamente com outro que esteja eletricamente neutro. Após o contato, a carga final em cada condutor é proporcional ao tamanho de cada um deles, sendo da mesma natureza, positiva ou negativa. Ao condutor de maior dimensão caberá, no final, uma parcela maior de carga total. Podendo adquirir cargas iguais se tiverem as mesmas dimensões. Na imagem da Figura 5 observamos o processo de eletrização entre dois corpos. O corpo A, que está carregado negativamente e B, que está eletricamente neutro, ao colocarmos em contato, ambos são carregados negativamente.

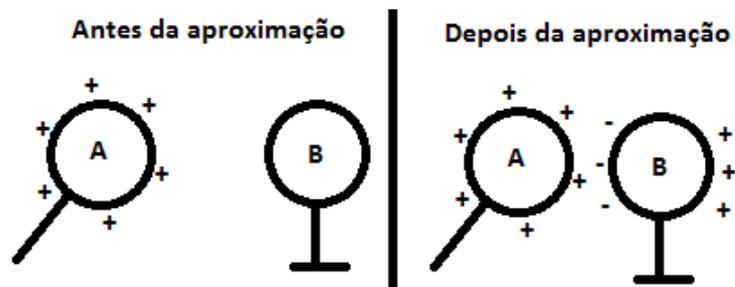
**Figura 4:** Representação do processo de eletrização por contato



Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/a-eletrizacao-por-contato.html>.  
Acesso: 23/09/2017.

A **eletrização por indução**, acontece quando aproximamos um corpo A de um corpo B, sem que haja contato entre eles, sendo que um deles necessita estar **eletrizado**, o qual chamamos de **indutor** (no caso, o corpo B representado na Figura 6) e um eletricamente **neutro**, chamado de **induzido** (A). O processo que ocorre é que há separação de cargas em um corpo neutro pela aproximação de outro, carregado, dizemos que esse corpo neutro sofreu indução eletrostática.

**Figura 5:** Eletrização por indução



Fonte: <http://seusaber.com.br/fisica/processos-de-eletrizacao-resumo-atritocontato-e-inducao.html>

### 2.1.5 Lei de Coulomb

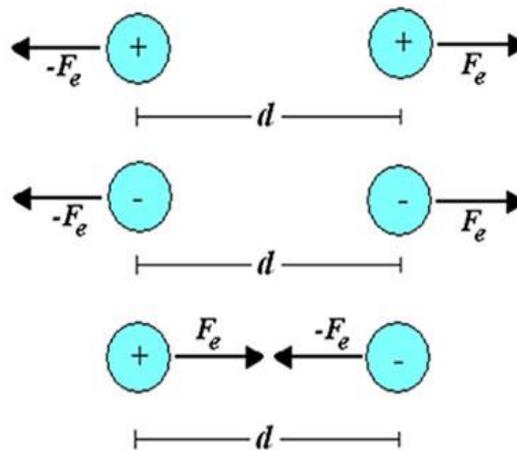
Joseph Priestley (1733-1804) foi quem sugeriu, a partir de estudos de algumas experiências realizadas, que a interação (atração e repulsão) entre cargas elétricas provavelmente obedeceria a uma relação semelhante à atração entre massas descrita por Isaac Newton na lei da Gravitação Universal.

Essa comprovação pôde ser evidenciada, com medidas mais precisas, por Charles Augustin Coulomb (1736-1806), que utilizou uma balança de torção para realizar experiência. Neste caso utilizou em seu experimento, duas esferas eletrizadas,  $Q_1$  e  $Q_2$ , separadas por uma distância  $d$ , a fim de determinar a força elétrica de atração ou repulsão entre elas, conforme a Figura 7. Onde constatou que a força existente entre essas pequenas esferas depende dos sinais das cargas, podendo ser de atração ou de repulsão, dentre essa observação definiu também que:

1. Elas têm direção da reta que passa pelas partículas.
2. Constituem um par de ação e reação.

3. A força tem intensidade diretamente proporcional ao valor absoluto de cada uma das cargas e, portanto, diretamente proporcional ao valor absoluto do produto das cargas.
4. Têm intensidade inversamente proporcional ao quadrado da distância de separação entre as cargas.

**Figura 6:** Representação ilustrativa da Lei de Coulomb



**Fonte:** <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/a-lei-coulomb.html>  
Acesso: 23/09/2017.

A partir das constatações discutidas, é possível escrever a seguinte expressão para o módulo da força de atração ou repulsão entre as cargas:

$$F = k \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2} \quad (2)$$

que é a fórmula matemática que exprime a **lei de Coulomb**. Onde:

**F** = Módulo da força eletrostática;

**K**= Constante eletrostática,  $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ ;

**|Q<sub>1</sub>| e |Q<sub>2</sub>|** = Módulos das cargas elétricas;

**d** = módulo da distância que separa as cargas elétricas.

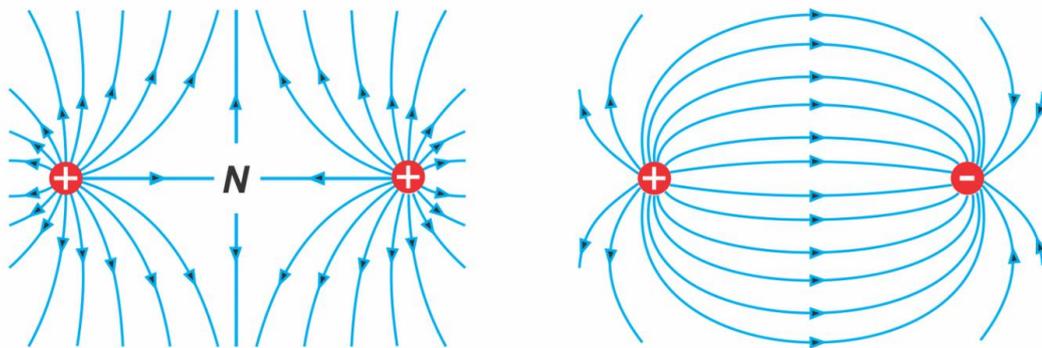
### 2.1.6 Campo elétrico e potencial elétrico

Uma carga elétrica está sujeita a ação de forças quando estiver em qualquer região do espaço, onde denominamos de campo elétrico.

Para entender melhor a noção do conceito de campo elétrico, consideramos a representação das linhas de campo magnético, assim como a massa de um corpo cria uma região de influência gravitacional (campo gravitacional) em torno de si, as cargas criam campos elétricos, a carga elétrica também modifica as propriedades do espaço ao seu redor.

Portanto, definimos que, podemos pensar no campo como uma região não material que existe em torno de todo corpo eletrizado e que faz a intermediação na troca de forças com outros corpos eletrizados. Ele surge ou se instala preenchendo todo o espaço ao redor do corpo assim que for eletrizado. Essa região é chamada de **campo elétrico** representado na Figura 8.

**Figura 8:** Linhas de força do campo elétrico.



Fonte: [http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/03/cursos-do-blog-eletricidade\\_23.html](http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/03/cursos-do-blog-eletricidade_23.html)  
Acesso: 25/09/2017

A partir do conceito de campo elétrico podemos entender que quando colocadas duas cargas próximas, elas ficam sob a influência uma da outra quando separadas a uma certa distância. Destacando que:

- O campo elétrico é o agente físico responsável pelas forças de atração e de repulsão entre as cargas.
- Torna visível a noção que temos que a partir da mudança da posição das cargas, irá manifestar na outra uma ação em um intervalo muito curto.

O campo elétrico pode ser expresso por:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (3)$$

Representando geometricamente para melhorar a compreensão da equação, podemos estudar o campo a partir do conceito de **potencial elétrico**, sabendo que o campo é uma região onde a energia é armazenada e pode ser utilizada, assim como o campo gravitacional, vamos recorrer a uma analogia com a Mecânica. Imagine que você tenha uma bolinha de gude de massa  $m$  e uma porção de massinha de modelar. Faça um círculo achatado com a massinha, coloque-a no chão e solte a bolinha de gude sobre ela de uma altura aproximada de **1 m**. Observe a marca que a bolinha deixa na massinha. Imagine agora que a mesma bolinha é solta de uma altura aproximada de **2 m** e você observa a nova marca. É possível notar que a segunda marca é mais profunda que a primeira, porque a bolinha solta de uma altura maior tem mais energia potencial gravitacional e, portanto, chega ao solo com maior velocidade (maior energia cinética). O potencial gravitacional é uma grandeza física associada a um ponto no espaço e está relacionado com o campo gravitacional. A força gravitacional  $\mathbf{F}_g$ , realiza trabalho sobre a bolinha quando a desloca, e esse trabalho corresponde à variação da energia potencial gravitacional entre os pontos A e B.

Em nossa analogia vamos trocar a bolinha de gude de massa  $m$  por uma carga elétrica de prova negativa  $q$ , e trocar a ação do campo gravitacional terrestre pela ação do campo elétrico  $\mathbf{E}$ , gerado por uma carga positiva  $Q$ .

Por causa da carga  $Q$  existe um campo elétrico de aproximação na região em torno dela, conseqüentemente a carga elétrica negativa  $q$  fica sob a ação da força elétrica  $\mathbf{F} = q \cdot \mathbf{E}$ , deslocando-se de A para B. No deslocamento AB, a força  $F$  realiza um trabalho de maneira análoga ao trabalho da força gravitacional.

Por convenção consideramos a energia potencial elétrica e denominamos potencial elétrico:

$$V_A = \frac{E_p}{q} \quad (4)$$

Logo,

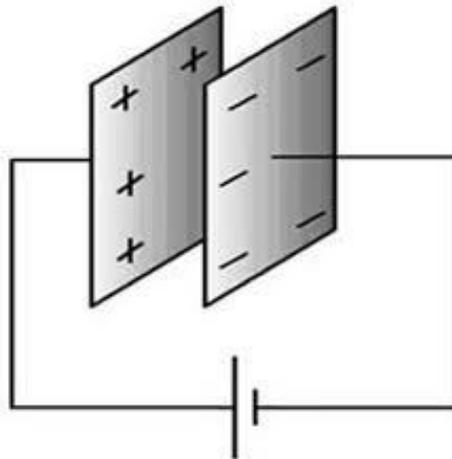
$$V = K \cdot \frac{Q}{d} \quad (5)$$

é o potencial elétrico gerado pela carga  $Q$  em um ponto situado a uma distância  $d$  da carga.

### 2.1.7 Capacitor Elétrico

O capacitor conhecido antigamente como condensador, é um dispositivo constituído por duas placas carregadas de um circuito elétrico visto na Figura 9, cuja função é armazenar cargas elétricas. Sua estrutura é composta por duas estruturas que são condutoras denominadas armaduras, entre elas um material chamado dielétrico. Quando um capacitor é carregado, suas armaduras se eletrizam com cargas elétricas de mesmo valor absoluto e sinais contrários.

**Figura 9:** Capacitor elétrico



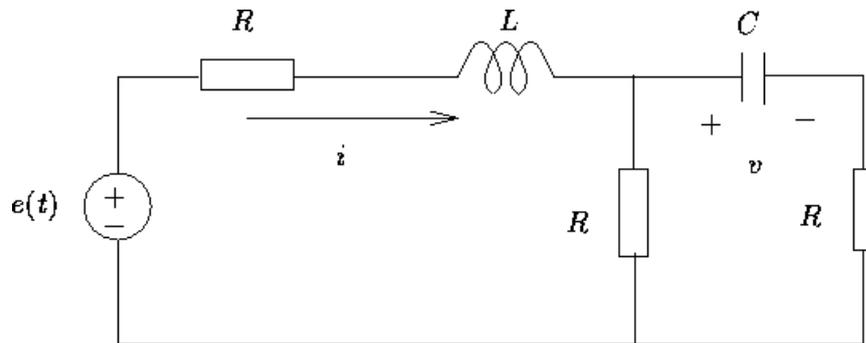
Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/capacitor-plano.html>.  
Acesso: 26/09/2017

Utiliza-se os capacitores nos mais diversos tipos de aparelhos, ou seja, nos mais diversos tipos de circuitos elétricos, podendo ter formas diversas entre esféricas ou cilíndricas, dependendo do circuito em que está inserido.

### 2.1.8 Circuitos elétricos

Circuitos elétricos são constituídos por uma série de associações de elementos como capacitores, resistores e receptores, são formados por uma ou mais fonte de energia elétrica e fios condutores como na figura 10.

**Figura 10:** Circuito elétrico



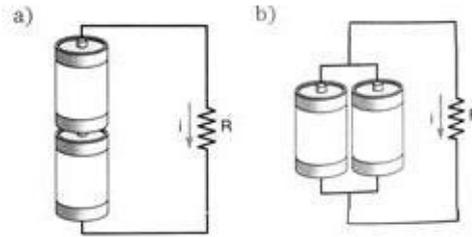
Fonte: <http://www.dt.fee.unicamp.br/~www/ea513/node11.html>.  
Acesso: 26/09/2017.

Podemos considerar que um dos objetivos do circuito elétrico é conduzir corrente elétrica e ele estará funcionando perfeitamente, quando essa corrente, que sai de um dos terminais da fonte de energia denominado de polo, percorre os componentes do circuito e fecha seu percurso no outro pólo da fonte de energia. Ele começa e termina no mesmo ponto e torna possível a passagem da corrente elétrica.

### 2.1.9 Gerador elétrico

O gerador elétrico é o aparelho que trabalha na transformação de um tipo de energia em energia elétrica, Figura 11. O nome gerador elétrico nos leva a um erro muito comum que a energia pode ser gerada, porém, sabemos que na verdade a energia não pode ser gerada e sim transformada. pois o Princípio da Conservação de energia seria violado.

**Figura 7:** Gerador elétrico.



.Fonte: <https://www.colegioweb.com.br/geradores-eletricos/associacao-de-geradores.html>.  
Acesso: 26/09/2017

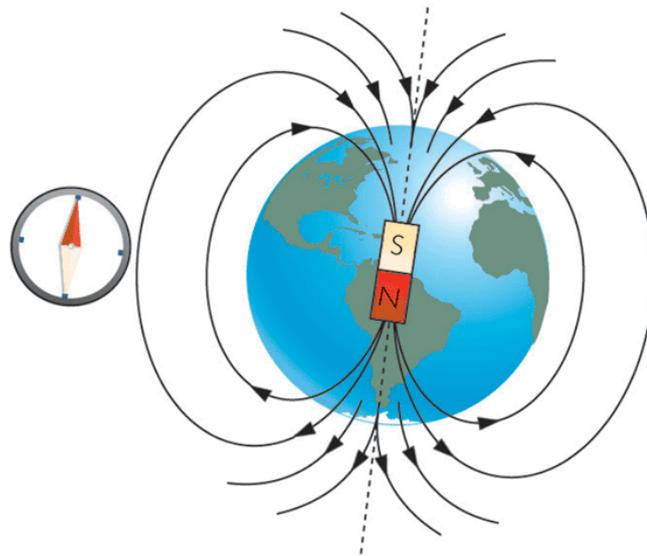
Os geradores são formados por dois pólos um de menor potencial elétrico (negativo) e um de maior potencial elétrico (positivo). A função básica de um gerador elétrico é abastecer um circuito, existem os geradores ideal e o real. O real é um gerador capaz de fornecer às cargas elétricas que o atravessam toda a energia gerada, a tensão elétrica medida entre seus pólos leva o nome de f.e.m. força eletromotriz, já o gerador real é quando a corrente elétrica que o atravessa sofre uma certa resistência, assim uma perda da energia total onde chamamos de resistência do gerador.

### 2.1.10 Campo magnético

Análogo à noção de campo elétrico o campo magnético é aquela região em torno de uma carga magnética, como um ímã, em um determinado espaço na qual se observa a manifestação do magnetismo. O campo magnético também pode ser comparado à ação do campo gravitacional.

O campo magnético em um ponto no espaço é representado por um vetor denominado indução magnética, ou vetor campo magnético, representado por  $\vec{B}$ . A representação gráfica da orientação do vetor campo magnético é orientada por linhas de indução, em que cada ponto, é tangente ao vetor campo magnético e é orientada no seu sentido.

**Figura 8:** Campo magnético terrestre

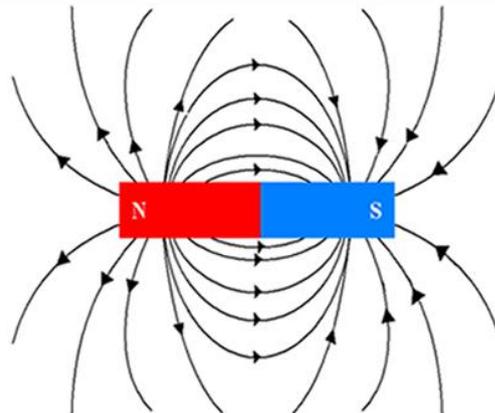


Fonte: <http://georocks2011.blogspot.com.br/2011/11/campo-magnetico-terrestre.html>.  
Acesso: 26/09/2017

### 2.1.11 Magnetismo

Magnetismo é a propriedade da matéria na qual pode ser explicado os processos de atração e repulsão de determinados metais e ímãs, que apresentam em sua estrutura dois polos um norte e o sul segundo a Figura 13..

**Figura 9:** Linhas do campo magnético num ímã



Fonte: <http://fisicaaar.blogspot.com.br/2012/10/3-ano-novo-slide-sobre-magnetismo.html>.

A noção de magnetismo é bem antiga por volta do século VII a. C., com o filósofo Tales de Mileto, que observou o fenômeno da atração da magnetita, o ímã natural, com o ferro. A partir desse momento foi que surgiu vários estudos voltados para o campo do magnetismo e eletromagnetismo.

O ímã é um corpo magnético que possui dois pólos, um negativo e o outro positivo, possuem a propriedade de atrair outros corpos do tipo ferromagnético na qual os momentos magnéticos estão orientados na direção de magnetização e são indivisíveis, com relação aos seus pólos, sempre que quebrados em tamanhos menores, continuaremos encontrando novos ímãs com dois pólos.

Quando fazemos passar uma corrente elétrica sobre um fio condutor observamos a criação de um campo magnético. Por outro lado, se enrolamos um fio de ferro com um arame de cobre e aplicamos uma diferença de potencial fornecido por uma bateria teremos construído um eletroímã o qual é capaz de atrair pequenos objetos de ferro.

Todos os conceitos discutidos nas seções anteriores poderão ser trabalhados de forma significativa na vida dos alunos. Para tanto, faz-se necessário a compreensão das teorias de processo de ensino e aprendizagem de eletromagnetismo.

## **2.2 PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO**

Esta pesquisa tem como principal objetivo enfatizar a importância da utilização de atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem, dos conteúdos de eletromagnetismo no Ensino Médio. Visa auxiliar despertar interesse dos alunos e, principalmente subsidiar a prática docente, para tanto a pesquisa esta embasada em algumas teorias de aprendizagem, dentre elas os pensamentos de Piaget e Vygotsky com relação ao trabalho em grupos e aprendizagem significativa de David Ausubel.

### **2.2.1 Teorias de aprendizagens**

Sabendo da importância da comprovação e aprofundamento nos estudos, buscamos um maior embasamento de nossas pesquisas, pautados em teorias de aprendizagem. Observamos que as principais teorias de aprendizagens estão baseadas em um passado da filosofia e da psicologia. De acordo com Silva (1998):

Diversas correntes de pensamento se desenvolveram, definindo paradigmas educacionais como o empirismo, o inatismo ou nativismo, os associacionistas, os teóricos de campo e os teóricos do processamento da informação ou psicologia cognitiva. A corrente do **empirismo** tem como princípio fundamental considerar que o ser humano, ao nascer, é como uma "tábula rasa" e tudo deve aprender, desde as capacidades sensoriais mais elementares aos comportamentos

adaptativos, mas complexos (Gaonac e Golder, 1995). A mente é considerada inerte, e as ideias vão sendo gravadas a partir das percepções. Baseado neste pressuposto, a inteligência é concebida como uma faculdade capaz de armazenar e acumular conhecimento. O **inatismo** ou nativismo argumenta que a maioria dos traços característicos de um indivíduo é fixado desde o nascimento e que a hereditariedade permite explicar uma grande parte das diferenças individuais físicas e psicológicas (Gaonac e Golder, 1995). As formas de conhecimento estão pré-determinadas no sujeito que aprende. Para os **associacionistas**, o principal pressuposto consiste em explicar que o comportamento complexo é a combinação de uma série de condutas simples. Como precursores desta corrente são de pensamento pode-se citar Edward L. Thorndike e B.F. Skinner (Pettenger e Gooding, 1977) e suas respectivas teorias do comportamento reflexo ou estímulo-resposta. (OLIVEIRA e SILVA, 1998 pg. 11)

Tomando como norte essas correntes, nos aprofundamos nos pensamentos de Piaget e Vygotsky quando trabalhamos sobre a importância das atividades em grupo. Como Silva (1998), coloca em seu artigo sobre bases pedagógicas e ergonômicas para concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados:

Piaget não desenvolveu uma teoria da aprendizagem, mas sua teoria epistemológica de como, quando e por que o conhecimento se constrói obteve grande repercussão na área educacional. Predominantemente interacionistas, seus postulados sobre desenvolvimento da autonomia, cooperação, criatividade e atividade centrados no sujeito influenciaram práticas pedagógicas ativas, centradas nas tarefas individuais, na solução de problemas, na valorização do erro e demais orientações pedagógicas. (OLIVEIRA e SILVA, 1998 pg. 17)

### 2.2.2 Piaget e Vygotsky sobre a importância de trabalhos em grupos

Através de observações sabe-se que em determinadas situações, os trabalhos realizados em grupos atingem resultados satisfatórios, é através da troca de experiências é que se eleva o nível de ensino-aprendizagem. Esta forma de se trabalhar vem sendo discutida e defendida por vários pensadores, assim como Rocha e colaboradores (2013), ao tratar da importância de atividades em grupos através da visão de Piaget e Vygotsky, enfatizam que:

A partir de uma prática significativa, através dos estudos de Piaget e Vygotsky, o professor através da atividade grupal, permite ao aluno construir e reconstruir seus conhecimentos, dando qualidade ao seu modo de agir e pensar. (p.01)

O ser humano é extremamente adaptável, e suscetível a mudanças em busca do que acredita ser pertinente a sua vida pessoal e profissional. Esta capacidade de adaptação é explorada por Rocha e colaboradores (2013), ao analisar a teoria de Piaget:

A capacidade de adaptar-se para Piaget é o processo de funcionamento do organismo a uma nova situação, e como tal, implica a construção contínua do modo como as partes ou elementos se relacionam, e que determina as características ou o funcionamento do todo. Essa adaptação refere-se ao mundo exterior, como toda adaptação biológica. De tal forma, indivíduos progredem intelectualmente a partir do ato de exercitar e estímulos oferecidos pelo meio que os cercam. (p.02)

A teoria de Piaget é bem difundida e atualmente aceita, porque ele defende que não é somente o meio que molda o indivíduo e nem tão pouco é inato, e sim a cooperação de ambos, definindo a teoria como interacionista, assim como Rocha e colaboradores (2013), destacada em:

A inteligência do indivíduo, como adaptação a situações novas, portanto, está relacionada com a complexidade desta interação do indivíduo com o meio. Em outras palavras, quanto mais complexa for esta interação, mais “*inteligente*” será o indivíduo. As teorias Piagetianas abrem campo de estudo não somente para a psicologia do desenvolvimento, mas também para a sociologia e para a antropologia, além de permitir que os pedagogos tracem uma metodologia baseada em suas descobertas. (p.02)

De acordo com Gil-Pérez (1993), a atividade grupal coloca-se como elemento fundamental das metodologias baseadas em modelos de ensino, que pretendem aproximar as situações de aprendizagem das atividades dos cientistas.

Ressaltamos ainda, a importância das aulas experimentais que contribuem significativamente para o ensino e aprendizagem, quando seguem as etapas:

- I. Superar as concepções empíricas-indutivistas da ciência – as quais acreditavam que os alunos poderiam chegar aos princípios e leis através da observação dos fenômenos. O que se propõe é que todo o trabalho experimental tenha como base sólida os conhecimentos prévios dos alunos.
- II. Promover a argumentação dos alunos - é preciso dar vez e voz para os alunos, para que eles possam reformular sua linguagem e apossar da linguagem da ciência.
- III. Incorporar as ferramentas matemáticas - analisar os fenômenos primeiramente de forma qualitativa e depois quantitativamente para incorporar a linguagem matemática para um fenômeno físico.
- IV. Transpor o novo conhecimento para a vida social - relacionar o trabalho experimental com o contexto social que se encontra inserido, sendo capaz de generalizar e aplicar o tema estudado. (CARVALHO 2010)

O ensino para torna-se significativo na vida dos alunos faz-se necessário seguir uns passos mínimos, e com atividades experimentais não é diferente, deve-se levar em

consideração os conhecimentos prévios dos alunos, envolver a turma de forma que possa dar vez e voz para os alunos, realizar uma abordagem quantitativa antes de incorporar a linguagem matemática para um fenômeno físico e relacionar o trabalho experimental com o contexto social dos alunos.

### 2.2.3 Aprendizagem significativa

Acreditamos que para os conhecimentos terem sentido na vida dos alunos faz-se necessário dar significado para o que é ensinado, levar em consideração os conhecimentos prévios, o que Ausubel chama de *subsunçor* e que a aprendizagem tem sentido quando o aluno relaciona esse novo conhecimento com o *subsunçores* preexistentes na estrutura cognitiva, como defende Moreira (2001):

A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em subsunçores relevantes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são relacionados a conceitos e proposições mais gerais, mais inclusivos. (p.18).

O contra ponto da aprendizagem significativa é a aprendizagem mecânica, que é encontrada com mais ênfase nas aulas dos professores, Ausubel ao relacionar o professor, aluno e conteúdo não descarta essa aprendizagem apenas, destaca que ela é retida de forma diferente de uma significativa, fica solta não torna-se relevante em sua estrutura cognitiva.

Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. (Moreira, 2001, p.19)

Nossa pesquisa não desaprova uma aprendizagem mecânica o importante é que o novo conhecimento adquirido tenha significado na vida do aluno, embora que para isso utilize-se também de aprendizagem mecânica, que assim como Ausubel coloca não existe uma dicotomia entre essas aprendizagens, *e sim um continuum*.

## **CAPÍTULO 3**

### **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 OBJETIVOS DA PESQUISA**

##### **3.1.1 Objetivo geral**

Produzir metodologias de ensino a partir de atividades experimentais através da confecção de material didático com montagens de baixo custo como objetivo de auxiliar uma melhor fixação dos conteúdos de eletromagnetismo.

##### **3.1.2 Objetivo específico**

- Aplicar questionário antes e depois da aplicação das atividades experimentais;
- Elaborar roteiros de experimentos a serem desenvolvidos em sala de aula;
- Montar os experimentos baseados nos roteiros;
- Demonstrar experimentalmente os conteúdos mencionados nos roteiros;
- Obter e apresentar dados dos experimentos;
- Fixar os conteúdos teóricos usando a experimentação;
- Elaborar um produto educacional para o ensino de física.

#### **3.2 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Nossa pesquisa é de natureza aplicada, que tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, no que diz respeito a implementação de atividades experimentais nas aulas de Física nas escolas públicas de Rio Branco. Como Silva (2005) bem colocam com relação ao processo e objetivos de uma pesquisa científica:

Pesquisa científica seria, portanto, a realização concreta de uma investigação planejada e desenvolvida de acordo com as normas consagradas pela metodologia científica. Metodologia científica aqui entendida como um conjunto de etapas ordenadamente dispostas que você deve vencer na investigação de um fenômeno. (p. 23)

Portanto, esse estudo foi desenvolvido a partir da metodologia científica com etapas ordenadas, levando em consideração a importância de enfatizar uma aprendizagem significativa.

### **3.3 DESCRIÇÃO DO ESTUDO**

Tem sido observado que as escolas públicas carecem de infraestrutura laboratorial para realizar experimentos de física, obtivemos esses dados a partir da dissertação de Pereira (2016), que fez um levantamento dos laboratórios existentes nas escolas, do Estado do Acre, observando, "*a inexistência de práticas para a relação com as teorias, e a falta de planejamento e procedimentos dirigidos à aprendizagem com base na experimentação* (PEREIRA 2016 pg.9)". A partir desses dados e de vivências em sala de aula, definimos nos aprofundar nesses estudos, com relação a facilitação da implementação de atividades experimentais na prática docente. Durante a pesquisa seguimos os seguintes passos:

- O primeiro passo foi realizar uma pesquisa bibliográfica para embasar o estudo, a seguir:
  - Cuidados em delimitar o foco da pesquisa em um conteúdo específico de Física, no caso do eletromagnetismo.
  - Selecionar uma série de experimentos desses conteúdos, e elaborar roteiros, simples e de fácil aplicação durante as aulas presenciais visando uma melhor compreensão dos fenômenos físicos.
  - Aplicação do produto educacional, com um pré e pós-testes, com o preenchimento de dois questionários, para verificar a eficácia do produto, e análise dos dados obtidos.

Os experimentos selecionados foram os seguintes:

- 1. Pêndulo Eletrostático;**
- 2. Processos de eletrização:**
  - 2.1 Com bexigas;**
  - 2.2 Canudos;**
  - 2.3 Dança das bolinhas;**
  - 2.4 Telepatia do palito;**
  - 2.5 Desvio mágico da água;**
- 3. Motor eletrostático (Com latas e copo plástico);**

4. **Máquina de choque caseira;**
5. **Cabo de guerra elétrico;**
6. **Eletroscópio caseiro (Detector de elétrons caseiro);**
7. **Labirinto elétrico.**
8. **Cortador de isopor caseiro;**
9. **Motor caseiro com imã;**
10. **Eletroimã caseiro.**

### 3.4 TIPO DA PESQUISA

Esta pesquisa caracteriza-se de natureza aplicada e da forma de abordagem qualitativa e quantitativa.

Quantitativa, como exemplifica Silva e Menezes (2005, pg. 20), *que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las*, e qualitativa no que diz respeito:

que considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. (SILVA E MENEZES 2005, pg. 20)

O objetivo é a obtenção de dados por meio de dois questionários que comprovem a importância de se trabalhar atividades experimentais casada com a fundamentação teórica. Que serão aplicados aos alunos, um antes e um depois da aplicação das atividades experimentais. Os questionários são constituídos por perguntas de múltipla escolha, devido ao tempo, que é bem corrido nas turmas, destacando que não precisam de identificação para obtermos os resultados da forma mais real e fidedigna possível.

A abordagem quantitativa acontecerá a partir da aplicação dos testes, as quais abordam a aplicabilidade da metodologia experimental, ou seja, o produto educacional, além de sondar os discentes sobre a importância das atividades experimentais no processo de Ensino e aprendizagem em Física e utilização do produto como ferramenta facilitadora nesse processo. Gil (1999, p. 43) enfatiza que esse tipo de estudo “tem como finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, tendo em vista a formulação de idéias e hipóteses pesquisáveis”.

### **3.5 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS**

A partir da aplicação do produto e do pré e pós teste realizados através dos questionários, foram realizadas análises estatísticas, visando obter informações a cerca da validação da eficácia do produto. Sendo assim possível, fazer inferências do apresentado teoricamente com a prática.

### **3.6 QUESTIONÁRIO**

Os questionários foram elaborados de forma sucinta e objetiva e aplicados de forma individual aos alunos antes e depois da aplicação do produto, por serem parte fundamental da nossa pesquisa. Nossas perguntas tiveram um direcionamento com relação a importância de se trabalhar com as atividades experimentais no ensino de física, se haveria um espaço apropriado para tais experimentos e destacamos se, ao trabalhar desta forma o resultado da aprendizagem torna-se satisfatória.

Com a aplicação dos questionários é possível averiguar se o nível de satisfação dos alunos aumentou, se houve uma aprendizagem significativa, a partir da opinião dos alunos com relação a aula e por parte da professora ao observar o resultado obtido a partir da implementação de atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem.

### **3.7 LOCAL E PARTICIPANTES**

O produto educativo foi aplicado aos alunos da escola pública Centro de Educação de Jovens e Adultos (CEJA), localizada na parte central da cidade de Rio Branco. Como sujeitos deste processo, contamos com a presença da professora de Física da turma do III Módulo do Ensino Médio e dos 29 alunos, uma foto da turma está ilustrada na Figura 14:

**Figura 10:** Alunos participantes da pesquisa



Fonte: Autora do trabalho

### **3.8 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO**

Inicialmente como objeto da pesquisa, foi pensado em um produto que pudesse dar um apoio aos professores, que trabalham com a disciplina de física nas escolas do estado, desta forma os educaram poderão inserir em suas práticas de ensino o uso das atividades experimentais. Como o nosso curso disponibiliza de apenas 24 meses para cumprir os créditos, desenvolver a pesquisa, o produto e aplicá-lo, sentimos a necessidade de delimitar o tema, que foi direcionado para os conteúdos da última série do Ensino Médio, eletromagnetismo. Para o desenvolvimento do produto escolhemos uma serie de materiais acessíveis conforme a Figura 15.

Como fruto dessa pesquisa desenvolvemos uma apostila, com roteiros simplificados de 10 experimentos de eletromagnetismo, de fácil aplicabilidade podendo utilizar a sala de aula, sem utilizar, necessariamente, o espaço físico do laboratório.

Devemos enfatizar que este trabalho não pode ser considerado como um produto acabado, e sim o início de uma produção, para auxiliar os professores a inserirem a experimentação em suas aulas, destacando que está embasado na realidade das escolas do Acre, e de possível aplicabilidade nas aulas de física.



Foram trabalhados inicialmente os conteúdos de eletrostática e eletromagnetismo, como rotineiramente, com aulas expositivas e atividades. Após as aulas expositivas, a professora conversou com os alunos e destacou que iria trabalhar esses conteúdos também, na prática com atividades experimentais em sala de aula, os alunos apresentaram-se entusiasmados e bem envolvidos com as temáticas propostas.

Os alunos foram separados em grupos, onde cada um ficou responsável por montar e executar um dos experimentos, tendo um primeiro contato com os roteiros (produto) antecipadamente, e uma aula para a montagem dos experimentos com as devidas explicações e uma outra aula foi destinada para demonstração de seus trabalhos, foram convidadas as turmas vizinhas, onde os alunos demonstraram e explicaram o que haviam realizado. Demonstramos a partir do aglomerado de imagens nas Figuras 16 os alunos envolvidos no processo de montagem dos experimentos.

**Figuras 16:** Montagem dos experimentos



Fonte: Autora do trabalho.

**Figura 12:** Exposição/explicação dos experimentos



**Fonte:** Autora do trabalho.

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

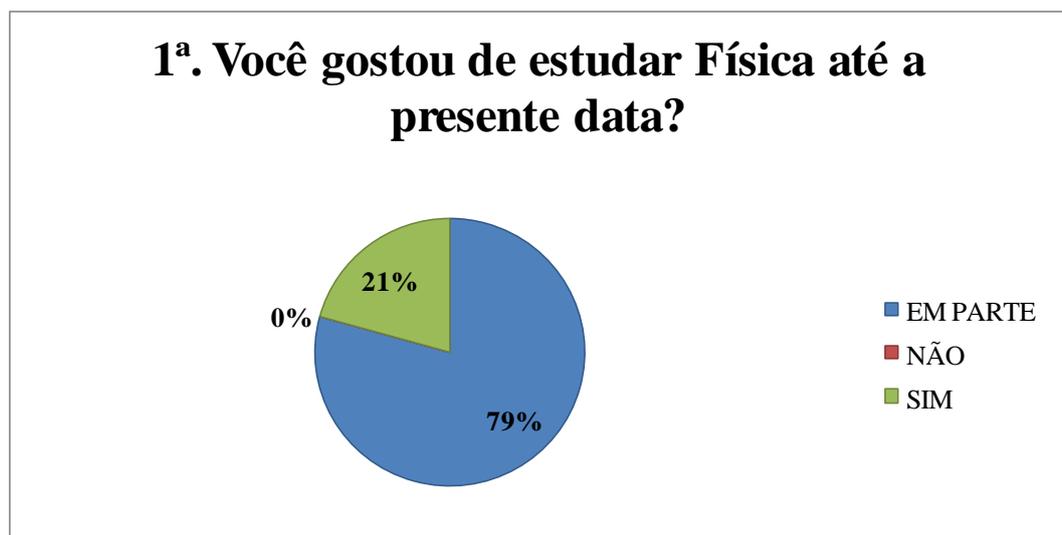
Este trabalho surgiu na perspectiva de buscar estratégias que facilitem a implementação da metodologia de uso das atividades experimentais como prática docente frequente, com o objetivo de atingir uma aprendizagem significativa.

A investigação aconteceu a partir da aplicação de dois questionários, participando inicialmente no pré-teste 29 alunos, e no pós-teste participaram 27 alunos, da mesma turma.

#### 4.1 QUESTIONÁRIO DIDÁTICO METODOLÓGICO - PRÉ-TESTE

O questionário pré-teste foi aplicado após a aula teórica, antes do contato com as atividades experimentais. Obtivemos os seguintes resultados, sobre perguntas direcionadas no corpo do gráfico.

**Gráfico 2:** 1ª pergunta pré-teste.

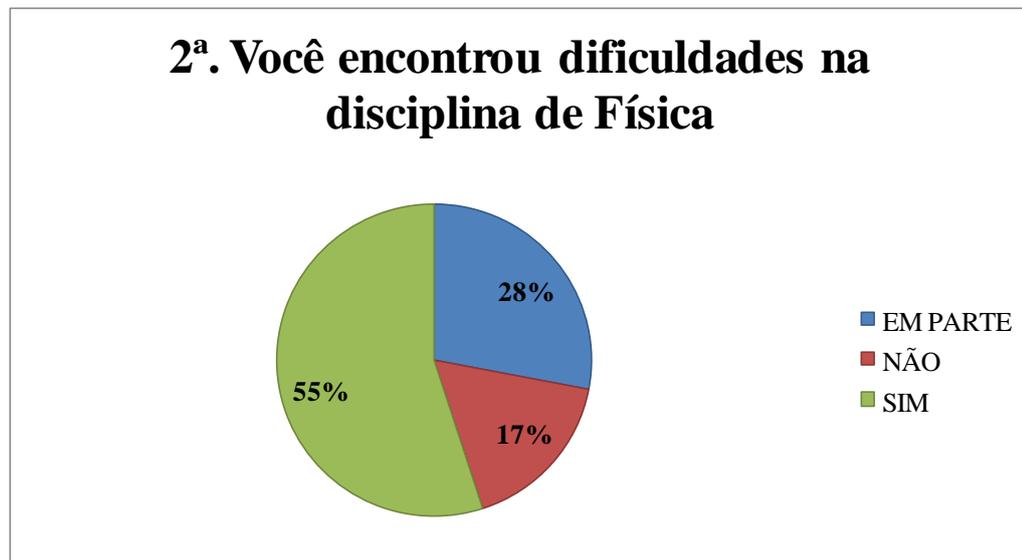


**Fonte:** Autora do trabalho.

**Resultados do gráfico 1:** A partir da primeira pergunta do pré-teste, *you liked studying Physics up to the present date*, constatamos que 79 % gostaram EM PARTE e 21%

SIM, gostaram de estudar a disciplina, uma possível explicação deve-se ao fato de que a Física é encarada por muitos alunos como uma "parte mais difícil da matemática" .

**Gráfico 3:** 2ª pergunta pré-teste

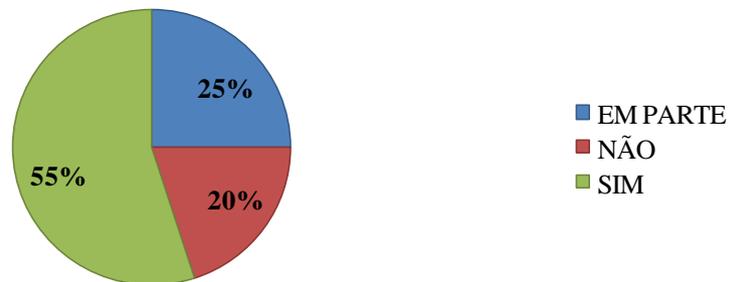


Fonte: Autora do trabalho.

**Resultados do gráfico 2:** A partir da segunda pergunta do pré-teste, *you* encontrou dificuldades na disciplina de Física, como resultado em torno de 55% dos alunos, SIM, tiveram dificuldades em estudar a disciplina, 28% dos alunos apresentaram dificuldades EM PARTES e apenas 17% NÃO tiveram dificuldades nenhuma. A maioria dos alunos (55%) encontram dificuldades na disciplina de Física devido a metodologia de como é trabalhado os conteúdos.

**Gráfico 4:** 3ª pergunta pré-teste

### 3<sup>a</sup>. Você consegue relacionar a Física com a sua vida diária.



Fonte: Autora do trabalho.

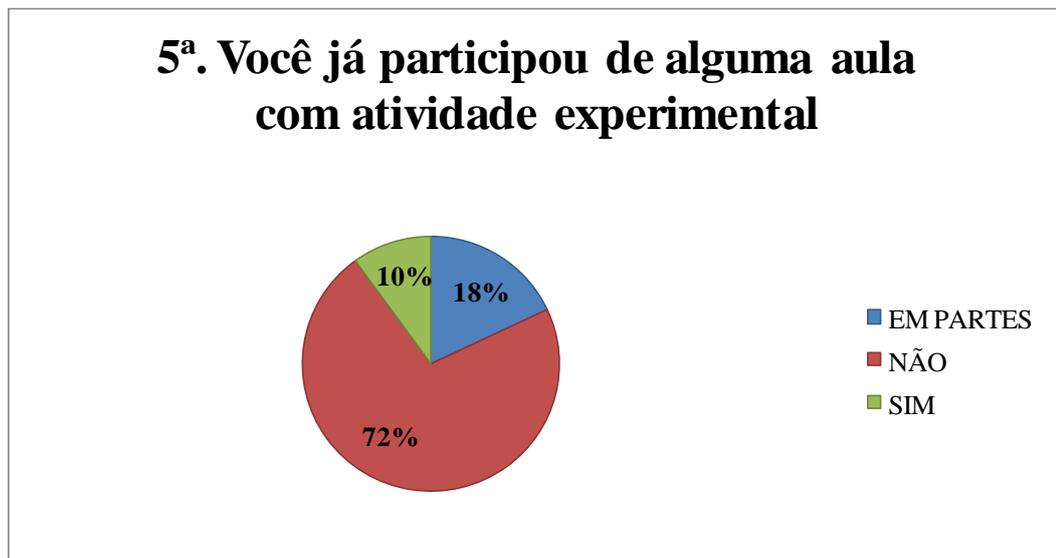
**Resultados do gráfico 3:** A partir da terceira pergunta do pré-teste,,  *você consegue relacionar a Física com a sua vida diária*, como resultado chegamos a um percentual em que 20% dos alunos NÃO conseguem fazer nenhuma relação de Física com a sua vida diária, 55% SIM, conseguem relacionar e 25% conseguem EM PARTES. Para os alunos ainda não é totalmente claro, que a física explica os fenômenos que fazem parte do cotidiano deles, é como se fosse uma disciplina somente de cálculo, se os educadores tivessem o cuidado de está sempre relacionando os conteúdos com o cotidiano dos alunos esse resultado seria mais satisfatório.

**Gráfico 5:** 4ª questão pré-teste

Fonte: Autora do trabalho.

**Resultados do gráfico 4:** A partir da quarta pergunta do pré-teste,  *você acha que é necessário um laboratório de ciências para facilitar o ensino de Física*, Aproximadamente 83% acreditam que SIM é necessário um laboratório de ciências para facilitar o ensino de Física, 14% NÃO acreditam que facilitaria e 3% acreditam que EM PARTES. Mesmo a partir do resultado da 5ª pergunta em que a maioria dos alunos (72%) afirmam que nunca estudaram através de uma atividade experimental, na 4ª pergunta do pré-teste os alunos deixam bem claro a importância em ter um laboratório para acontecer as atividades práticas, iriam facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Gráfico 6: 5ª pergunta pré-teste



Fonte: Autora do trabalho.

**Resultados do gráfico 5:** A partir da quinta pergunta do pré-teste,  *você já participou de alguma aula com atividade experimental*, Aproximadamente 10% SIM, já participaram de aulas com atividades experimentais, 18% responderam que participaram EM PARTES e 72% NÃO participaram de atividades experimentais em suas aulas. A partir da 5ª pergunta confirmamos que a maioria dos alunos (72%) nunca participaram de nenhuma atividade experimental, no decorrer dos estudos das disciplinas, afirmando assim, que a metodologia de atividades experimentais não é uma prática rotineira do cotidiano de sala de aula.

#### 4.2 QUESTIONÁRIO DIDÁTICO METODOLÓGICO - PÓS-TESTE

O questionário pós-teste foi aplicado depois que os alunos participaram das aulas com atividades experimentais, construíram os experimentos e apresentaram para os colegas de outras turmas, tomando propriedade dos conhecimentos científicos envolvidos nas atividades a partir da prática, casada com as aulas expositivas, dando significado com o que está sendo ensinado, como a teoria de Ausubel destaca, *a aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido é descoberto pelo aprendiz*. De acordo com o questionário pós-teste a partir das perguntas direcionadas obtivemos os seguintes resultados:

Gráfico 7: 1ª pergunta pós-teste



Fonte: Autora do trabalho.

**Resultados do gráfico 6:** A partir da primeira pergunta do pós-teste, *you liked to study physics through experimental activities*, aproximadamente 11% NÃO gostaram de estudar Física através das atividades experimentais e que a grande maioria 89% dos alunos, SIM, gostaram de estudar através desta metodologia. O "novo" as vezes assusta, como a grande maioria (72% 5ª pergunta do pré-teste) nunca haviam estudado através de atividades experimentais, podem ter enfrentado algumas dificuldades no desenvolvimento das atividades, mas que a maioria dos alunos, 89%, gostaram de estudar física a partir de atividades experimentais.

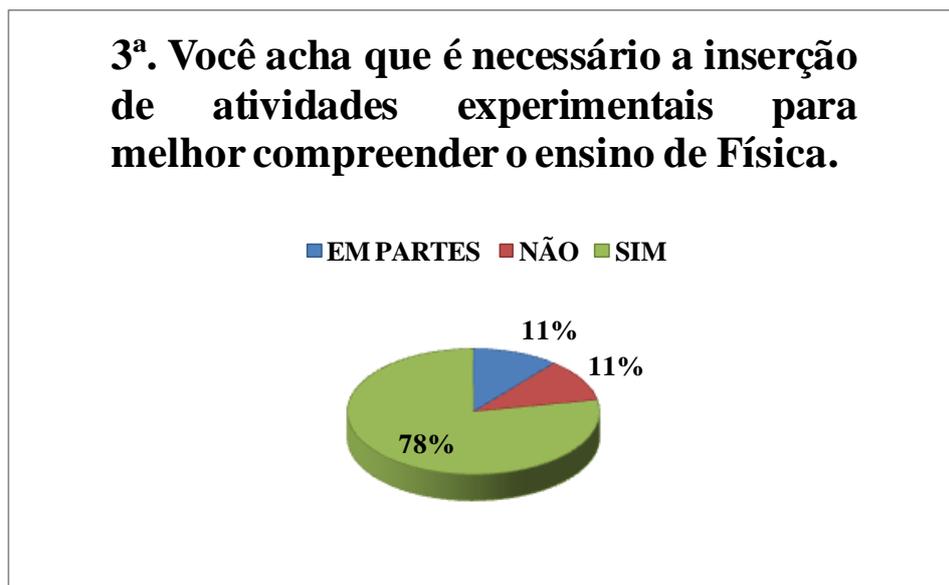
Gráfico 8: 2ª pergunta pós-teste.



Fonte: Autora do trabalho.

**Resultados do gráfico 7:** A partir da segunda pergunta do pós-teste,  *você conseguiu relacionar algum fenômeno estudado nas atividades experimentais em sua vida diária*, partindo dos dados do gráfico 07 a maioria dos alunos conseguiram relacionar algum dos fenômenos estudados através das atividades experimentais com a sua vida diária, cerca de 67%. 29% conseguiram EM PARTES e 4% NÃO conseguiram fazer essa associação. Quando os alunos estudaram a teoria de forma explicativa, 55% dos alunos relacionaram alguns fenômenos da Física com o seu cotidiano e quando os mesmos fenômenos foram abordados de forma prática esse número cresceu para 67%.

**Gráfico 9:** 3ª pergunta pós-teste.



**Fonte:** Autora do trabalho.

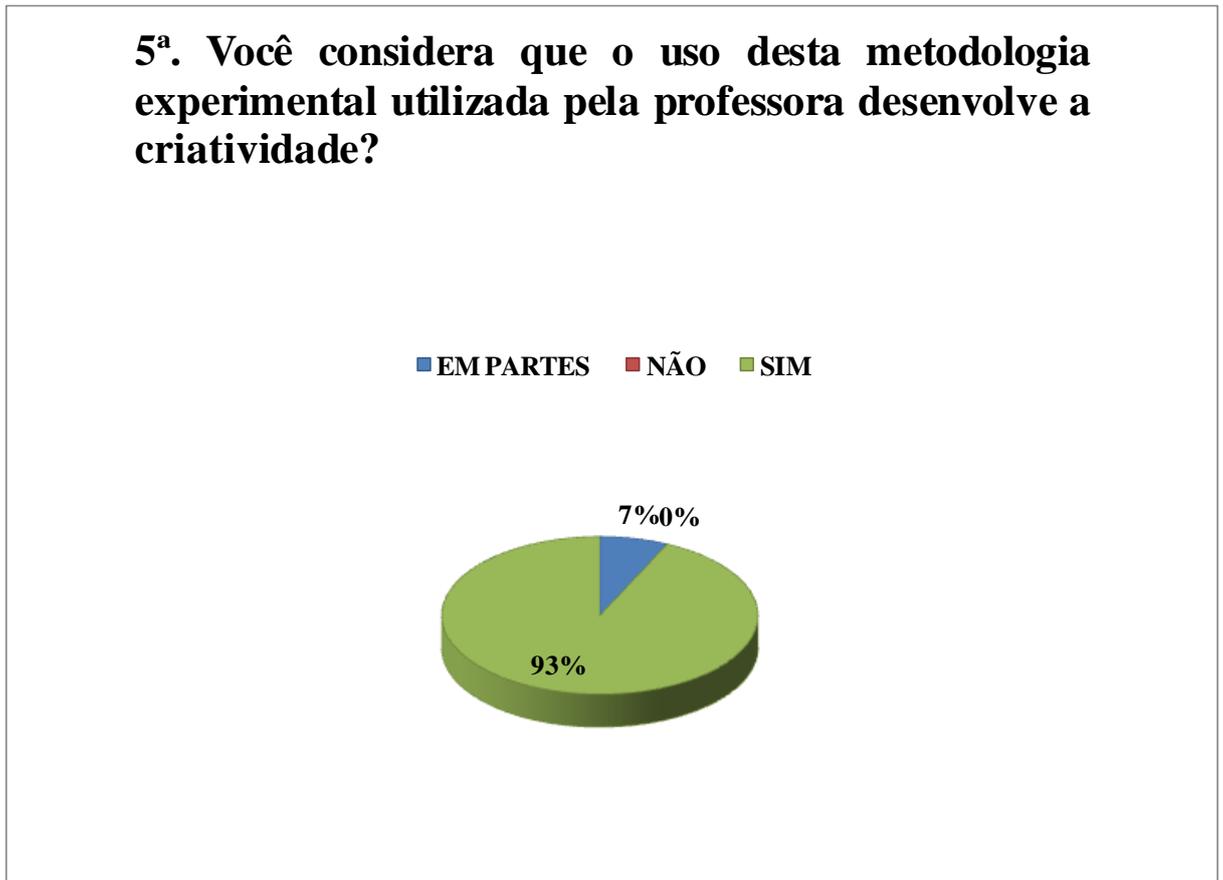
**Resultados do gráfico 8:** A partir da terceira pergunta do pós-teste,  *você acha que é necessário a inserção de atividades experimentais para melhor compreender o ensino de Física*, destacamos que, a maioria dos investigados aproximadamente 78% dos alunos acham que SIM é necessária a inserção de atividades experimentais no ensino de física, 11% afirmam que EM PARTES e 11% dizem que NÃO é necessário. Depois que os alunos tiveram a oportunidade de estudar com as duas metodologias, a expositiva e a prática, a maioria, 78%, defendem que para melhor compreensão dos fenômenos estudados pela Física e assimilação de forma mais significativa deve-se também trabalhar com atividades experimentais.

**Gráfico 10:** 4ª pergunta do pós-teste

Fonte: Autora do trabalho.

**Resultados do gráfico 9:** A partir da quarta pergunta do pós-teste, *na sua opinião a utilização somente do quadro e pincel, durante as aulas de Física proporcionam um potencial aprendizado do aluno*, da turma pesquisada **56%** dos alunos pesquisados afirmam que **NÃO**, somente o uso do quadro e do pincel, não proporcionam um potencial aprendizado dos alunos, nas aulas de Física, **26 %** defendem que **SIM** e **18%** responderam que **EM PARTES**. Tendo como base essa pergunta, observamos que mesmo sendo rotineira o uso dessa metodologia do quadro e pincel, os alunos defendem que ela sozinha não é suficiente para atingir um aprendizado potencialmente significativo

Gráfico 10: 5ª pergunta do pós-teste



Fonte: Autora do trabalho.

**Resultados do gráfico 10:** A partir da quinta pergunta do pós-teste, *você considera que o uso desta metodologia experimental utilizada pela professora desenvolve a criatividade*, observamos que, a maioria, cerca de 93% dos alunos dizem que SIM, consideram que o uso de atividades experimentais nas aulas de Física desenvolvem a criatividade dos alunos, 7% afirmam que EM PARTES e que nenhum aluno afirmou que quando se trabalha com a prática os alunos não desenvolvem a sua criatividade. A partir desses dados observamos que, quando trabalha-se além da conceituação a prática, o conhecimento torna-se mais significativo, leva os alunos a desenvolverem a sua criatividade e que dificilmente ele irá esquecer aquele fenômeno e não saber como explicar.

Portanto, como o objetivo da pesquisa, é oferecer um suporte para que fosse possível a inserção de atividades experimentais nas aulas de Física, para torná-las mais atrativas, de fácil compreensão e conseqüentemente despertar um conhecimento

potencialmente significativo, apresentamos os dados e discutimos os resultados da forma mais fidedigna possível, esses dados nos permitiu analisar se o que foi proposto durante a pesquisa iria atingir um resultado satisfatório. Foi através do pré e pós testes que confirmamos que, a maioria dos alunos reconhece a importância de estudar a teoria casada com a prática e que trabalhando com essa modalidade de didática desperta a curiosidade dos alunos e que a grande maioria nunca havia participado de uma aula com atividades experimentais.

## CAPÍTULO 5

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na perspectiva de buscar metodologias que torne o ensino e aprendizagem de eletrostática e eletromagnetismo no Ensino Médio, mais atraente e concreta, é que realizamos essa pesquisa, onde os professores poderão fazer de suas salas de aulas uma espécie de laboratórios e embasar as teorias apresentadas com as atividades práticas.

O ensino de Física nas turmas do Ensino Médio, encontra-se cada dia mais mecanizada, com aulas pouco atrativas e alunos cada dia mais desmotivados. A busca por metodologias diferenciadas, por um ensino significativo vem sendo estopim de várias pesquisas, Zanotello e Almeida (2007) embasa sua pesquisa não só enfocando a importância das atividades experimentais, mas, também em busca dessa desejada a aprendizagem significativa, enfatiza a importância da leitura:

Torna-se imperativo que no ensino médio a prática atual voltada para a solução de exercícios nas aulas de física seja ao menos mesclada com a formação de uma cultura científica geral. Isto se coloca como um desafio pedagógico relevante, que vem ao encontro das disposições dos parâmetros curriculares atuais, e que precisa ser articulado de uma forma mais concreta e objetiva para que efetivamente aconteça no ambiente escolar. (ZANOTELLO E ALMEIDA 2007. Pg.10)

Durante a pesquisa ouvimos professores que trabalham a disciplina de Física, destacarem que é muito complicado trabalhar com atividades experimentais nas escolas, seja por falta de espaço adequado, seja por quantitativo de alunos que é demais ou até mesmo pelo cansaço que a profissão carrega. Pensando nesses professores e na receptividade com a temática proposta, este trabalho foi desenvolvido.

É nessa perspectiva que este trabalho torna-se relevante, estudando a realidade das escolas do estado, propondo um produto que seja exequível e que fale na mesma língua de nossos alunos. Propomos atividades experimentais a baixo custo, possibilitando assim, atingir alunos das mais diversas classes sociais.

A partir da aplicação da metodologia proposta, a partir do produto educacional, obtivemos as respostas desejadas para embasar e fundamentar ainda mais o nosso trabalho. De acordo com a 2ª pergunta do pré-teste mais de 50 % dos alunos entrevistados tiveram muitas dificuldades com a disciplina de Física, a partir da 3ª pergunta do pré-teste 92% não

conseguem relacionar os fenômenos estudados na disciplina de Física com a sua vida, sendo que a Física segundo Nietzsche *é apenas uma interpretação e ordenação do mundo*.

Quando trabalhada a teoria com a prática a partir da aplicação do produto, obtivemos resultados como de acordo com a 2ª pergunta do pós-teste 81% dos alunos conseguiram fazer a relação dos fenômenos com a sua vida diária e 78% dos alunos afirmam que é necessário a inserção de atividades experimentais para melhor compreensão do ensino de Física.

O fator principal apresentado a partir dessa pesquisa é que, nenhum aluno, visualmente, apresentou falta de interesse ou má vontade em trabalhar com a Física através dos experimentos, ao contrário houve um envolvimento de forma generalizada. Podemos considerar que esse trabalho fez a diferença naquele momento educacional dos alunos ali presentes.

Este trabalho não pode ser considerado como algo pronto e acabado, abre um leque de oportunidades para aprofundar e ampliar a visão de que, uma aprendizagem significativa é possível mediante inserção de metodologias diferenciadas, como o uso rotineiro em suas práticas pedagógicas das atividades experimentais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB Maria Lúcia Vital dos Santos; **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**, Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n.º. 2, Junho, de 2003.

BELUCCO, Alex; CARVALHO Anna Maria Pessoa de; **Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton**, Cad. Bras. Ens. Fís., v. 31, n. 1, p. 30-59, abr. 2014.

BEZERRA, Sérgio Henrique de Oliveira; **atividades experimentais em unidades de ensino potencialmente significativas**, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Belém, 2016.

BONJORNO José Roberto; CLINTON Márcio Ramos. **Física Eletromagnetismo - Física Moderna**. Editora FTD, vol. 3. 2018.

CALDAS, Gracilene Gaia; **Atividades experimentais de acústica para o ensino de física: Uma proposta de inclusão de surdos**, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Belém, 2017.

CARVALHO, A. M. P. de e GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. Coleção Questões da nossa época, v. 28. 1ª edição. São Paulo: Cortez, 1993.

CARVALHO, Anna M. Pessoa de. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**/ Anna M. Pessoa de Carvalho, Daniel Gil-Pérez; revisão técnica de Anna Maria Pessoa de Carvalho. – 10. ed. – São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, A. M. P. **As práticas experimentais no ensino de Física**. In: Carvalho, A. M. P. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CASSARO, Renato; **atividades experimentais no ensino de física, Trabalho de conclusão de curso, do curso de Especialização em Ensino de Física**, campus da UNIR de Ji-Paraná. (2012).

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

KUBATA, Laura ; FRÓES Rafael de Carvalho et al; **A postura do professor em sala de aula: atitudes que promovem bons comportamentos e alto rendimento educacional**, artigo, periódicos.unifacef.com.br › Capa › v. 3, n. 1 (2010).

LEMOS, Evelyse dos Santos; **A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação, Aprendizagem Significativa** em Revista/Meaningful Learning Review – V1(1), pp. 25-35, 2011.

LYRA, Jacieli Fatima; MIYAHARA Ricardo Yoshimtsu; **estudo do auxílio de experimentos de baixo custo no processo ensino-aprendizagem na disciplina de física**, Anais da II SIEPE – Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão 27 a 29 de setembro de 2011 - ISSN – 2236-7098.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química**. Quím. Nova [online]. 1999. Vol.22, n.2, pp.289-292.

MOREIRA, Marcos Luiz Batista; SÁTIRO, Caio Veloso; **Experimentos de baixo custo no ensino de mecânica para o ensino médio**, Dissertação Mestrado – Garanhuns, PE: UFRPE - UAG, 2015.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI Elcie F. Salzano; **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**, São Paulo, Centauro, 2001.

NEVES, João Henrique Moura; **Uso de experimentos, confeccionados com materiais alternativos, no processo de ensino e aprendizagem de Física: Lei de Hooke**, Dissertação (Mestrado) - Universidade estadual paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente, Programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Presidente Prudente, SP, 2015.

NIETZSCHE, Friedrich Wilhelm, **Além do bem e do mal: prelúdio a uma filosofia do futuro/ Friedrich Nietzsche**; apresentação e cronologia de Marcelo Backes. - Porto Alegre, RS: L&PM, 2017.

PEREIRA Fábio Soares; **Formas de superação da situação da experimentação em ensino de física nas escolas públicas do estado do Acre**, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática. Rio Branco, 2016.

ROCHA, Marcia Cristina da;QUEIROZ,Daniel da Rocha et al, **Atividade grupal à luz de Piaget e Vygotsky: contribuições para uma ação didática voltada a cursos de formação superior**,EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Ano 17, Nº 176, Enero de 2013.

SILVA, José Nilson; **Uma abordagem histórica e experimental da Eletrostática, Estação Científica**, (UNIFAP) Macapá, v. 1, n. 1, p. 99-113, 2011.

SILVA João Gomes da; **montagem experimental de um relé fotoelétrico didático para o ensino médio**, Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede Nacional - PROFIS - Mestrado, Pontal do Araguaia, 2016.

SILVA, Cassandra Ribeiro de Oliveira e; **Bases pedagógicas e ergonômicas para concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados**, Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção, 1998.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES Eстера Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação/** – 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SOUZA, Inês Morais de Souza; CARVALHO Marcelo Alves de; **Experimentos de física utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso**, Versão Online ISBN 978-85-8015-080-3 Cadernos PDE. (2014)

ZANOTELLO Marcelo, e ALMEIDA Maria José Pereira Monteiro de Almeida, **Produção de sentidos e possibilidades de mediação na física do ensino médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton**, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 437-446, 2007.

\_\_\_\_\_.**Caderno de Eletrônica**, carga elétrica, disponível em <http://cadernodeeletronica.blogspot.com.br/2012/12/carga-eletrica.html>, acessado em 18/01/2018 às 13h40min.

\_\_\_\_\_.**Sobre Física**, condutores e isolantes, disponível em <https://sobrefisica.wordpress.com/2011/04/15/3%C2%BA-condutores-e-isolantes-por-glauca-vicente/>, acessado em 19/01/2018 às 10h30min.

\_\_\_\_\_.**Vamos estudar Física**, processos de eletrização, disponível em <http://vamosestudarfisica.com/processo-de-eletrizacao/>, acessado em 19/01/2018 às 11h05min.

\_\_\_\_\_.**Mundo educação**, a eletrização por contato, disponível em <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/a-eletrizacao-por-contato.htm>, acessado em 19/01/2018 às 11h30min.

\_\_\_\_\_.**Seu saber**, processos de eletrização, disponível em <http://seusaber.com.br/fisica/processos-de-eletrizacao-resumo-atritocontato-e-inducao.html>, acessado em 19/01/2018 às 15h10min.

## APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

### QUESTIONÁRIOS

#### QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

**Pergunta 1:** Você gostou de estudar física no 1º e 2º anos do Ensino Médio?

Sim  Não  Em parte

**Pergunta 2:** Você encontrou dificuldades na disciplina de Física?

Sim  Não  Em parte

**Pergunta 3:** Você consegue relacionar a Física com a sua vida diária?

Sim  Não  Em parte

**Pergunta 4:** Você acha que é necessário um laboratório de ciências para facilitar o ensino de Física?

Sim  Não  Em parte

**Pergunta 5:** Você já participou de alguma aula com atividade experimental?

Sim  Não  Algumas vezes.

#### QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

**Pergunta 1:** Você gostou de estudar física através de atividades experimentais?

Sim  Não  Em parte

**Pergunta 2:** Você conseguiu relacionar algum fenômeno estudado nas atividades experimentais com a sua vida diária?

Sim  Não  Em parte

**Pergunta 3:** Você acha que é necessário a inserção de atividades experimentais para melhor compreender o ensino de Física?

Sim  Não  Em parte

**Pergunta 4:** Na sua opinião a utilização somente do quadro e pincel, durante as aulas de física proporcionam um potencial no aprendizado do aluno?

Sim  Não  Em parte

**Pergunta 5:** Você considera que o uso desta metodologia experimental utilizada pelo (a) professor (a) desenvolve a criatividade?

Sim  Não  Em parte

## APÊNDICE B - SEQUENCIA DIDÁTICA DA AULA EXPOSITIVA

**Tema da aula:** Fenômenos físicos da eletrostática e eletromagnetismo.

**Carga horária:** Nove horas/aula 3 encontros no total de 09 horas.

DISCIPLINA: FÍSICA	MÓDULO: III
<p><b>Conteúdos a serem Trabalhados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução à eletricidade: Definição de carga elétrica; processos de eletrização;</li> <li>• Condutores e isolantes;</li> <li>• Diferença de potencial e potência: diferença de potencial elétrico, sentido de deslocamento das cargas elétricas, potência elétrica;</li> <li>• Fenômenos eletromagnéticos.</li> </ul>	
<p><b>Objetivos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecimento da carga elétrica como propriedade da matéria responsável pelos fenômenos elétricos e compreensão de sua quantização e conservação;</li> <li>• Investigação das condições que levam ao estabelecimento da corrente elétrica em um sistema físico. Identificando grandezas relevantes para sua caracterização;</li> <li>• Compreensão do significado das principais grandezas físicas da eletricidade (intensidade de corrente, diferença de potencial e potência), da relação entre elas e de suas unidades de medida;</li> <li>• Conhecer e identificar fenômenos de eletrostática e eletromagnetismo através de atividades experimentais.</li> </ul>	
<p><b>Competências e Habilidades:</b></p> <p><b>Competência - M2:</b> Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos relevantes para sua vida pessoal.</p> <p><b>Habilidades - H5:</b> Dimensionar circuitos elétricos domésticos ou em outros ambientes, considerando informações dadas sobre corrente, tensão, resistência e potência.</p>	
<p><b>Atividade Integradora / Retomada da Aula Anterior:</b></p>	

Como atividade integradora podemos retomar brevemente os conceitos ministrados nas últimas aulas, através de uma exposição oral das definições e iniciaremos com a leitura sobre as curiosidades sobre do âmbar.

## **METODOLOGIA (Propostas de atividades)**

### **1. Problematização do Conteúdo:**

O eletromagnetismo está presente em praticamente todos os setores das nossas atividades. Graças a ela assistimos a programas de televisão, conversamos com pessoas a milhares de quilômetros. Tomamos banho quente, à noite a cidade é iluminada, os alimentos podem ser conservados em baixa temperatura etc. Por esses e outros motivos faz-se necessário o estudo da eletricidade e dos fenômenos relacionados a ela.

Agora vamos refletir um pouco sobre os seguintes questionamentos e compartilha-los:

Pense e diga como seria o mundo sem eletricidade. Por exemplo, como faríamos para tomar banho de água quente? E para passar roupa a ferro? Como seria a comunicação sem telefone?

### **2. Fundamentação Teórica do Conteúdo:**

No primeiro momento serão abordados os conceitos sobre a carga elétrica; o descobrimento da carga elétrica no contexto histórico, as primeiras manifestações observadas e estudos realizados bem como a definição contemporânea de carga elétrica, sua relação com natureza atômica da matéria (prótons, nêutrons e elétrons), sua quantização e conservação e os processos de eletrização de um corpo (atrito, contato e indução).

Para tanto iremos instigar os alunos para refletirem sobre a presença da eletricidade na sua vida, no dia-a-dia, nas telecomunicações, nos aparelhos eletroeletrônicos, domésticos e industriais,...., etc.

No segundo momento o foco das aulas estará voltado para o estudo e compreensão da corrente elétrica. Recordaremos os conhecimentos sobre a estrutura do átomo, a existência do próton, do elétron e do nêutron. Isso facilitará a compreensão do conceito de corrente elétrica que envolve o

movimento ordenado de elétrons. Estudaremos também sobre os condutores (matérias que conduzem eletricidade), isolantes (materiais que praticamente não possuem elétrons livres). Por fim será apresentado o conceito de intensidade da corrente elétrica voltada para a importância e efeitos da sua existência, desta forma através de uma modelagem matemática estaremos vendo a relação da corrente elétrica com a quantidade que carga por unidade de tempo ( $i = \frac{q}{\Delta t}$ ) e sua aplicação em questões problemas.

No terceiro momento estudaremos os conhecimentos sobre diferença de potencial e potência. Veremos que a compreensão dos conceitos sobre diferença de potencial está ligado ao trabalho realizado por uma carga elétrica ao se deslocar de um ponto para outro. Na sequência iremos estudar sobre potência elétrica, focando no fato de que podemos entender a potência como a maior ou menor rapidez com que um trabalho é realizado em um determinado intervalo de tempo. Com maior ênfase e como consequência dos estudos, veremos as aplicações destes conhecimentos na interpretação e resolução de questões problemas bem como a compreensão sobre o consumo de eletricidade em nossas casas através de um estudo de caso.

### **3. Contextualização:**

A contextualização dar-se-á das mais variadas formas, começando pela apresentação dos conteúdos sempre buscando relacionar a eletricidade aos fenômenos observados pelos alunos no seu cotidiano.

Iremos ver as relações físicas presente nas descargas elétricas, buscando a sua origem. Abordaremos o processo de obtenção da energia elétrica utilizada nas casas, indústrias,..., etc. Identificaremos as grandezas elétricas presentes nos rótulos dos aparelhos eletrônicos bem como suas indicações de uso.

### **4. Atividades Experimentais:**

Após trabalharmos toda a parte de fundamentação teórica iniciaremos as atividades experimentais. Em um primeiro momento iremos separar os alunos em grupos e apresentar os roteiros das atividades experimentais e a

demonstração de como fazer, logo em seguida eles terão um tempo para se organizarem e montarem os seus experimentos, com os experimentos devidamente montados iremos socializar a atividade proposta.

#### **Socialização das Atividades:**

A socialização das atividades se dará de forma coletiva através da exposição da montagem e explicação dos experimentos que cada grupo ficou responsável, iremos convidar as turmas vizinhas para prestigiarem os seus trabalhos.

#### **5. Avaliação Processual (Finalização):**

Observação/desempenho dos alunos frente às atividades realizadas em sala; participação e aplicação da avaliação individual.

#### **6. Recursos didáticos:**

Quadro branco, pincel, data show, apagador, livro didático, roteiros dos experimentos e materiais necessários para a montagem.

#### **7. Referências:**

1. BONJORNO, Regina Azenha. **Temas de Física, Vol 3:** mecânica. ET AL.; São Paulo: FTD, 1997. –(Coleção de Física)
2. Editora Eletrônica: Globatec. Revisão e Pré-Impressão: Equipe IBEP.
3. KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe; SHIGEKIYO, Carlos Tadashi: **Os Alicerces da Física.** Vol 3: mecânica. ET AL.; São Paulo: Ed. Saraiva, 1998.- (Coleção de Física)
4. PARANÁ, Djalma Nunes da Silva. **Física.** São Paulo, SP: Ática, 2003, 312 p. (Série Novo Ensino Médio).
5. UENO, Paulo. **Física.** São Paulo, SP: Ática, 2009, 416 p. (EJA - educação de Jovens e Adultos).
6. UENO, Paulo T., 1941- **Noções Fundamentais de Física.** 1.ed.—São Paulo: Moderna, 1988.

## **APÊNDICE C - PRODUTO EDUCACIONAL**

Este apêndice encontra-se o produto educacional da Dissertação de Mestrado em Ensino de Física (MNPEF) pela Universidade Federal do Acre – UFAC. Com propostas de roteiros de atividades experimentais de eletromagnetismo de baixo custo para o ensino médio, para dar um suporte aos professores na introdução de atividades experimentais nas aulas de Física.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE-UFAC**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**HEMILA SUELEM SOUZA DE OLIVEIRA**

**MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA**

**PROPOSTAS DE ROTEIROS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS  
DE ELETROSTÁTICA E ELETROMAGNETISMO DE BAIXO  
CUSTO PARA O ENSINO MÉDIO**

**Rio Branco-Ac**  
**Junho/2018**

© 2018 Hemila Suelem Souza de Oliveira  
UFAC - AC

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

O482p Oliveira, Hemila Suelem Souza de Oliveira, 1990 -

Propostas de atividades experimentais de eletrostática e eletromagnetismo de baixo custo para o ensino médio/ Hemila Suelem Souza de Oliveira; orientadora: Dr. Jorge Luis López Aguilar. – 2018.

105 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós – Graduação de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF). Rio Branco, 2018.

Inclui referências bibliográficas e apêndice.

1. Ensino de Física. 2. Ensino e aprendizagem. 3. Atividades experimentais. I. Aguilar, Jorge Luis López (orientador). II. Título.

CDD: 530.7

Bibliotecária: Nádia Batista Vieira CRB-11º/882.

### **Como citar este apêndice**

Souza de Oliveira, Hemila Suelem. **Produto Educacional:** Propostas de roteiros de atividades experimentais de eletrostática e eletromagnetismo de baixo custo para o ensino médio.

## **PREFÁCIO**

O presente produto educacional foi desenvolvido baseado na aprendizagem significativa de Ausubel e na corrente filosófica de Piaget e Vygotsky quando trabalhamos sobre a importância das atividades em grupo, visa contribuir para a inserção de metodologias experimentais de eletrostática e eletromagnetismo para o terceiro ano do Ensino Médio.

Este material é composto por roteiros de atividades experimentais de eletrostática e eletromagnetismo de baixo custo. Onde essas atividades poderão ser trabalhadas sem a obrigatoriedade do uso do espaço físico apropriado ou laboratório. É muito importante trabalhar a fundamentação teórica do currículo casada com as atividades práticas.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho contém o produto educacional da Dissertação de Mestrado em Ensino de Física (MNPEF) pela Universidade Federal do Acre – UFAC.

Sob a orientação do professor Dr. Jorge Luis López Aguilar, da UFAC-AC. Agradeço as contribuições dos meus amigos da turma 2016 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pólo UFAC-AC.

À professora Marbia Clícia e seus alunos pela dedicação e receptividade no auxílio da aplicação deste produto.

A comunidade do Centro de educação de Jovens e Adultos (CEJA) de Rio Branco Acre, que contribuíram para o aperfeiçoamento e aplicação do produto educacional.

A SBF pela oportunidade de proporcionar um Mestrado voltado para o Ensino em nosso estado.

A CAPES pelo auxílio financeiro que foi muito importante para a minha formação.

Em especial, ao meu esposo Carlos, que me apoiou incondicionalmente durante toda caminhada.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente com o desenvolvimento deste trabalho.

## **AO ALUNO**

Este “caderno guia” é composto por roteiros de atividades práticas na qual é abordada aplicações práticas com montagens simples. O aluno junto com o auxílio do professor, irá montar e fazer a demonstração com a explicação dos fenômenos relacionados a eletrostática e eletromagnetismo através desses experimentos.

Na vida acadêmica almejamos uma aprendizagem que tenha real sentido em nosso cotidiano, e esta ferramenta visa auxiliar esse processo, partindo do pressuposto de uma aprendizagem significativa, tendo a oportunidade de relacionar um conhecimento prévio de um fenômeno com um conhecimento científico a partir de uma atividade experimental.

Se espera que o material possa contribuir significativamente na compreensão física dos fenômenos abordados neste manual.

## **AO PROFESSOR**

Objetivando contribuir com efetividade para cumprir o currículo de Física no que concerne ao ensino de eletrostática e eletromagnetismo na última série do ensino Médio, com metodologias experimentais foi que construímos esse caderno guia. É conhecido que os professores das escolas da rede pública estadual (AC) lecionando muitas turmas vivenciam as dificuldades em se trabalhar com pouca estrutura e principalmente muito desgaste em se trabalhar com aulas práticas que demandam muito tempo para planejar, executar e avaliar. Acreditando que vocês passam por dificuldades semelhantes surgiu a necessidade em produzirmos um material de suporte constituídos por roteiros de montagens experimentais a serem apresentados em sala de aula para fixar os conteúdos teóricos.

Não temos a pretensão de resolver alguns problemas detectados no ensino de Física de uma forma geral, o nosso objetivo é oferecer subsídios e demonstrar que é possível trabalhar a prática em sala de aula utilizando materiais de baixo custo.

A importância de consultar e se trabalhar esses roteiros e não simplesmente baixar da internet parte da conjectura que esses roteiros foram pensados, testados e criados mediante a realidade de sala de aula, com uma linguagem de fácil compreensão pelos alunos e professores e de resultados satisfatórios.

Neste sentido, o presente material tem o propósito de lhes apresentar uma alternativa metodológica para trabalhar os conteúdos de eletrostática e eletromagnetismo através de atividades experimentais.

## SUMÁRIO DO PRODUTO

PREFÁCIO.....	68
AGRADECIMENTOS.....	69
AO ALUNO.....	70
AO PROFESSOR.....	71
APRESENTAÇÃO.....	75
I. PÊNULO ELETROSTÁTICO.....	77
Fundamentação teórica.....	77
QUESTÕES SOBRE O EXPERIMENTO DO PÊNULO ELETROSTÁTICO.....	79
II PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO.....	79
Fundamentação teórica.....	79
a) Bexigas.....	80
b) Canudos.....	81
c) Desvio mágico da água.....	81
d) Dança das bolinhas.....	82
e) Telepatia do palito.....	82
QUESTÕES SOBRE O EXPERIMENTO DOS PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO.....	83
III PÊNULO FANTASMA ELÉTRICO.....	84
Fundamentação teórica.....	84
ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO PÊNULO FANTASMA ELÉTRICO.....	86
IV MÁQUINA DE CHOQUES CASEIRA (JARRA DE LEYDEN).....	87
Fundamentação teórica.....	87
ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO MÁQUINA DE CHOQUES CASEIRA.....	90
V. CABO DE GUERRA ELÉTRICO.....	91
Fundamentação teórica.....	91
ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO CABO DE GUERRA ELÉTRICO.....	93
VI. ELETROSCÓPIO CASEIRO (DETECTOR DE ELÉTRONS CASEIRO).....	93
Fundamentação teórica.....	93
ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO ELETROSCÓPIO CASEIRO (DETECTOR DE ELÉTRONS CASEIRO).....	96
VII. LABIRINTO ELÉTRICO.....	96
Introdução.....	96
ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO LABIRINTO ELÉTRICO.....	99

VIII. CORTADOR DE ISOPOR CASEIRO.....	99
Fundamentação teórica.....	99
Circuito Elétrico Simples.....	99
ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO CORTADOR DE ISOPOR CASEIRO.....	102
IX MOTOR CASEIRO COM IMÃ.....	102
Fundamentação teórica.....	102
ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO MOTOR CASEIRO COM IMÃ.....	104
X. CONSTRUÇÃO DE UM ELETROÍMÃ (IMÃ ELÉTRICO).....	104
Fundamentação teórica.....	104
ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO ELETROIMÃ.....	107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107

## APRESENTAÇÃO

Este material refere-se ao produto educacional produzido a partir de uma pesquisa do Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física, com a finalidade de proporcionar uma ferramenta de metodologia de ensino prática aos professores da Educação Básica.

O presente produto educacional foi elaborado de modo a atender de forma direcionada a necessidade dos docentes e discentes na implementação de metodologias práticas com relação a eletrostática e eletromagnetismo. Está constituído por 10 experimentos com seus respectivos roteiros abrangendo a teoria, montagem, demonstração e questões relativas ao experimento.

Durante a realização da pesquisa constatamos, através da análise dos dados do pré e pós testes, o aumento no nível de aprendizagem quando saímos do campo da abstração e vamos para a prática, para o uso da experimentação.

A pesquisa foi organizada a partir da delimitação de um conteúdo do currículo que é aplicado na última série do ensino médio, que acaba por não atingir um resultado totalmente satisfatório por adotarmos uma metodologia no campo da abstração. Iniciamos com a seleção de possíveis experimentos para elaborar roteiros que contemplassem a fundamentação teórica, os materiais utilizados, como fazer e uma pequena lista de exercícios sobre aquela atividade, levando em consideração que todos os experimentos podem ser realizados em sala de aula. O centralizador da nossa pesquisa e da construção do nosso produto é que nós os discentes, precisamos colocar os nossos alunos como protagonistas na construção de novos conhecimentos, quando o aluno experimenta determinadas atividades que a tornam significativas para a sua vida, seja no sentido amplo estudantil ou de vivência. Quando os alunos entendem em que realmente está baseada a física e que sobretudo ela não se remete a uma extensão da matemática, mas, sim para a construção, conceituação e explicação de determinados fenômenos estão aptos para buscar novos conhecimentos e apropriar-se deles.

Embasados neste sentido é que apresentamos o nosso trabalho, afim de auxiliar e subsidiar a inserção de metodologias de atividades experimentais condizente com a realidade dos alunos e de nossas instituições de ensino.

Caros professores, da forma que estão dispersos os roteiros das atividades experimentais é de uma forma mais simplificada possível na linguagem dos nossos alunos. Estas atividades foram trabalhadas **em sala de aula** como se fosse uma feira, primeiros a professora **trabalhou a conceituação dos conteúdos** de forma abstrata e depois os alunos foram divididos **em grupos** e cada um ficou responsável por uma ou mais **atividades experimentais**, tiveram tempo necessário para apropriar-se, estudarem e montarem a experiência com o auxílio da professora de física, depois ela junto com os alunos escolheram **um dia para a demonstração** onde os alunos expuseram o que fizeram e realizaram a explicação dos fenômenos que estavam acontecendo **para os colegas de outras turmas** que foram prestigiá-los.

## I. PÊNDULO ELETROSTÁTICO

### Objetivos

- Detectar a presença de carga elétrica.
- Observar o fenômeno quando aproximamos corpos eletrizados de corpos eletricamente neutros.

### Fundamentação teórica:

Todos os corpos possuem cargas elétricas, sendo elas positivas e negativas, os prótons e os elétrons, porém, se não existir um processo de eletrização, acontece o que chamamos de que os corpos estão eletricamente neutros, ou seja, possuem a mesma quantidade de cargas positivas e negativas.

Considerando corpos eletrizados ao colocarmos próximos ou em contato, observamos alguns fenômenos acontecerem como:

- Se for positivo, ao aproximar de um positivo, irá se repelir.
- Se for positivo, ao aproximar de um negativo, irá se atrair.

Os corpos estão eletricamente carregados quando possuem números diferentes de cargas positivas e negativas, é possível eletrizar um corpo através de três processos, chamados de eletrização por atrito, contato e indução.

### Materiais Utilizados

- Dois copos plásticos (pequeno, médio ou grande);
- Linha de pesca N° 20;
- Bastões e/ou canudos e/ou cano de PVC para eletrização;
- Pedaco de papel alumínio;
- Para eletrizar pode ser: lã, seda, e/ou flanela;
- Tesoura e fita adesiva.

## Procedimentos

**1º Passo:** Pegue os copos plásticos e faça 1 furo em seu fundo, e coloque um canudo resistente, fixando-o com fita adesiva.

**2º Passo:** Pegue um outro canudo e cole sobre o canudo que está em um suporte, (os copos descartáveis) formando um L de cabeça para baixo.

**3º Passo:** Pegue a linha com o papel alumínio colado na ponta, em forma de bolinha, e grude no suporte.



**Figura 13:** Pêndulo eletrostático confeccionados pelos alunos do CEJA.

**Fonte:** Autora.

## QUESTÕES SOBRE O EXPERIMENTO DO PÊNDULO ELETROSTÁTICO

1. Qual o fenômeno que foi observado durante o experimento?
2. Você conseguiu observar algum processo de eletrização presente no experimento?  
Qual? Explique.
3. Você já conseguiu observar esse fenômeno em alguma situação do seu cotidiano, se sim, qual?
4. O que mais chamou a sua atenção quando casou a prática com a teoria?

5. Qual seria a explicação adequada para ressaltarmos que todos os corpos mesmo possuindo cargas eletrostáticas estão eletricamente neutros?

## II PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO

### Objetivos:

- Observar os processos de eletrização;
- Eletrizar corpos por atrito;
- Eletrizar corpos por contato;
- Eletrizar corpos por indução.

### Fundamentação teórica:

Quando pensamos em matéria, é sabido que, na maioria das vezes, apresenta-se eletricamente neutra, quando observada em uma escala macroscópica. Porém, quando pensamos em escala microscópica, de átomos, por exemplo, isso nem sempre acontece, neste momento a carga elétrica assume um papel central, onde os átomos por sua vez são constituídos por partículas subatômicas elétrons, prótons e nêutrons, existem muitos métodos para separarem essas partículas, seja individual ou em grupo. Os elétrons possuem cargas negativas, os prótons positivos e os nêutrons é o que dizemos que não possuem cargas, porque, não participam do balanço de cargas.

Um átomo ou molécula, inicialmente neutros, podem adquirir ou perder elétrons, constituindo um íon positivo ou negativo, dependendo do excesso de prótons ou de elétrons, respectivamente. Todo corpo material é constituído por um número enorme de átomos e, portanto, por uma quantidade enorme de partículas carregadas. Quando o número total de elétrons é igual ao número de prótons o corpo como um todo é eletricamente neutro.

Pode-se eletrizar um corpo, retirando-se ou adicionando-se elétrons e desta maneira, o corpo como um todo passa a apresentar uma carga elétrica. A carga refere-se somente ao excesso de elétrons, quando o corpo está carregado negativamente, ou ao

excesso de prótons quando o corpo está carregado positivamente, sendo que o excesso de carga é sempre muito pequeno, quando comparado com o total existente no corpo.

Cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e de sinal contrário se atraem. Assim, dois corpos carregados sofrerão forças elétricas de repulsão ou atração dependendo de suas cargas. Nessas atividades poderemos observar os três processos de eletrização: eletrização por atrito, eletrização por contato e eletrização por indução.

- **Eletrização por atrito**

Como o próprio nome diz, atritando-se, ou melhor, colocando-se dois corpos constituídos de substâncias diferentes e, inicialmente, neutros em contato, um deles cede elétrons, enquanto o outro recebe. Ao final, os dois corpos estarão eletrizados e com cargas elétricas opostas.

- **Eletrização por contato**

Dizemos que a eletrização por contato é o processo em que um corpo eletrizado é colocado em contato com um corpo neutro. De preferência, devem ser usados dois corpos condutores de eletricidade.

- **Eletrização por indução**

Dizemos que a indução eletrostática é o fenômeno de separação de cargas elétricas de sinais contrários em um mesmo corpo. Portanto, esse tipo de eletrização pode ocorrer apenas pela aproximação entre um corpo eletrizado e um corpo neutro, sem que entre eles aconteça qualquer tipo de contato.

## **a) Bexigas**

### **Materiais Utilizados:**

- Bexiga;
- O seu cabelo ou do colega;
- Pedacos de papel.

### **Procedimentos:**

Esta atividade é bem simples:

**1º Passo:** Encha a bexiga, a um ponto satisfatório, não precisa ser muito cheia.

**2º Passo:** Com a bexiga cheia esfregue no cabelo durante um pequeno intervalo de tempo.

**3º Passo:** Aproxime a bexiga, que foi atritada, do cabelo de um outro colega, de preferência um que tenha os cabelos grandes e estejam limpos e secos, e observe.

**4º Passo:** Recorte pequenos pedaços de papel;

**5º Passo:** Aproxime a bexiga atritada dos pedaços de papéis e observe.

## **b) Canudos**

### **Materiais Utilizados:**

- Canudos;
- Papel toalha;
- Papel picotado.

### **Procedimentos:**

Esta atividade é bem simples:

**1º Passo:** Pegue o papel toalha e atrite os canudos.

**2º Passo:** Você poderá observar o fenômeno, aproximando o canudo atritado do cabelo de um colega ou do recorte de papel.

## **c) Desvio mágico da água:**

### **Materiais Utilizados**

- Canudos;
- Papel toalha;
- Água.

### **Procedimentos:**

Esta atividade é bem simples:

**1º Passo:** Pegue o papel toalha e atrite os canudos.

**2º Passo:** Você poderá observar o fenômeno, aproximando o canudo atritado da água, de preferência que a água esteja caindo da torneira.

## d) Dança das bolinhas:

### Materiais Utilizados

- Flanela de lã ou flanela de seda;
- Moldura (quadro) de madeira;
- Filme plástico comum de uso culinário;
- Bolinhas de isopor.

### Procedimentos:

**1º Passo:** Coloque as bolinhas de isopor dentro da moldura.

**2º Passo:** Atrite o filme plástico com a flanela de lã ou seda.

**3º Passo:** Coloque o filme plástico atritado sobre a moldura onde esteja as bolinhas de isopor e observe o que acontece.

## e) Telepatia do palito:

### Materiais Utilizados

- palito de fósforo;
- 2 moedas de R\$0,50;
- 1 copo descartável;
- 1 bexiga.

### Procedimentos:

**1º Passo:** Equilibre uma moeda deitada e a outra em pé sobre ela.

**2º Passo:** Equilibre o palito deitado sobre as moedas.

**3º Passo:** Em cima de tudo coloque o copo transparente.

**4º Passo:** Encha a bexiga.



Figura 14 telepatia do palito

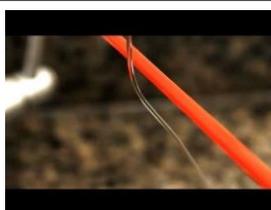


Figura 15 Desvio mágico da água

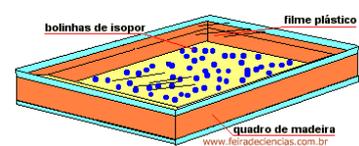
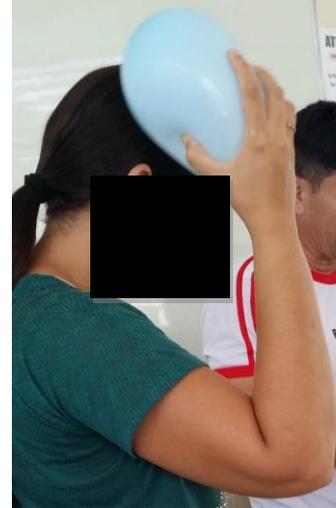


Figura 16 Dança das bolinhas



**Figura 17:** Eletrizção com bexiga. Fonte Autora



**Figura 6:** Eletrizção com bexiga. Fonte Autora

## QUESTÕES SOBRE O EXPERIMENTO DOS PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO

**1. Marque a alternativa que melhor representa os processos pelos quais um corpo qualquer pode ser eletrizado. Eletrizção por:**

- a) atrito, contato e aterramento
- b) indução, aterramento e eletroscópio
- c) atrito, contato e indução
- d) contato, aquecimento e indução
- e) aquecimento, aterramento e carregamento

**2. Considere os seguintes materiais:**

- 1) madeira seca
- 2) vidro comum
- 3) algodão
- 4) corpo humano
- 5) ouro
- 6) náilon
- 7) papel comum
- 8) alumínio

**Quais dos materiais citados acima são bons condutores de eletricidade? Marque a alternativa correta.**

- a) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8
- b) 4, 5 e 8
- c) 5, 3, 7 e 1

- d) 2, 4, 6 e 8  
e) 1, 3, 5 e 7

3. Qual/ quais processos de eletrização você observou nos experimentos?

### III Pêndulo Fantasma elétrico

#### Fundamentação teórica:

#### Eletricidade

O estudo da **eletricidade** originou-se de observações que, aparentemente, foram feitas pela primeira vez pelos gregos. Na realidade, é possível que outros povos tenham também observado esses fenômenos, mas os relatos mais antigos de que temos registro são dos gregos. Por essa razão, atribui-se a eles a primazia desse feito.

A primeira observação foi feita com um material denominado âmbar. Semelhante ao plástico, resulta do endurecimento da seiva de árvores de uma espécie extinta. Tales de Mileto, o primeiro filósofo do qual temos conhecimento, parece ter sido também o primeiro a chamar atenção para o fato de que o âmbar, após ser atritado com lã ou pelo de animal, adquire a propriedade de atrair objetos “leves”, como penas, fios de algodão, papel picado etc.



O âmbar é uma resina fóssil

Após algum tempo e alguns estudos sobre o âmbar, foi constatado que a eletricidade não era exatamente uma propriedade exclusiva do âmbar, mas tratava-se de um fenômeno generalizado e que podia ser observado em diversas substâncias. Hoje sabemos que estamos rodeados de uma série de fenômenos elétricos e de suas incontáveis aplicações práticas: rádio, transmissão via satélite, internet, chapinha, chuveiro elétrico etc.

Em alguns momentos do nosso cotidiano, deparamo-nos com situações um “pouco estranhas”, nas quais tomamos choques em maçanetas de portas, na tela da TV ou até mesmo quando encostamos em outra pessoa. Esses pequenos choques ocorrem em razão da eletricidade estática que adquirimos diariamente. Essas cargas são adquiridas por alguns processos de eletrização conhecidos há séculos. São três os processos de eletrização: eletrização por atrito, eletrização por contato e eletrização por indução.

Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/processo-eletrizacao.htm>

Nesse experimento você observa que: *" uma bolinha ganha carga negativa e , faz com o que a bolinha toque em uma lata que possui eletricidade positiva. E acontece uma troca sucessiva de carga que faz a bolinha bater de um lado para o outro enquanto o botão da raquete estiver pressionado "*.

### **Materiais Utilizados**

- 1 Raquete de matar mosquito;
- 2 pedaços de fio;
- 1 lápis;
- 1 pedaço de papel alumínio.
- 2 latinhas de alumínio (cerveja ou refrigerante);
- 1 pedaço de linha de costura.
- 1 tesoura;
- 1 chave philips.

### **Procedimentos:**

**1º Passo:** Precisamos desmontar a raquete, e para fazê-lo precisa se certificar de que a raquete esta descarregada, com o botão desligado, pegue a chave philips e passe dentro dos arames da raquete até parar de fazer aquele barulhinho.

**2º Passo:** Vamos desmontar a raquete com todo cuidado possível, desparafuse com muito cuidado até que os fios fiquem a mostra.

**3º Passo:** Você irá observar dois fios que vão para um lado, e um outro fio que vai para outro. Do lado que tem os dois, descasque apenas um e do outro lado descasque o outro fio;

**4º Passo:** Depois que descascar emende (pode ser enrolando) a ponta de um dos fios de um lado, e o outro fio na outra ponta;

**5º Passo:** Ligue as pontas dos fios as latinhas, usando o anelzinho que fica em cima da lata;

**6º Passo:** Vamos fazer um pêndulo simples, fazendo uma bolinhas enrolando o papel alumínio e colando na ponta da linha de costura e a outra ponta da linha de costura, amarre ao lápis.

**7º Passo:** Coloque o lápis com o pêndulo em cima das latinhas, de forma que não encoste em nenhuma. Depois só ligar o botão vermelho da raquete e observar o fenômeno.



**Figura 18:** Motor eletrostático. **Fonte:** Autora do trabalho.

## **ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO PÊNDULO FANTASMA ELÉTRICO**

1. O que você conseguiu observar do experimento?
2. Como os objetos Adquirem cargas estática?
3. De acordo com a observação ao realizar o experimento, o que você destacaria ser a principal função do lápis?
4. Utilizamos a raquete elétrica no experimento devido a alta tensão presente na mesma, qual seria a explicação para esse termo de alta tensão?
5. Faça um breve resumo sobre a história do fenômeno eletricidade.

## IV MÁQUINA DE CHOQUES CASEIRA (JARRA DE LEYDEN)

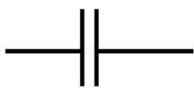
### Fundamentação teórica:

Máquina que dá choque e não precisa ligar na tomada e nem em bateria, na verdade o experimento que também pode ser conhecido como jarra de Leyden ou garrafa de Leyden, e ele funciona como se fosse um capacitor que é um componente eletrônico capaz de guardar carga elétrica.

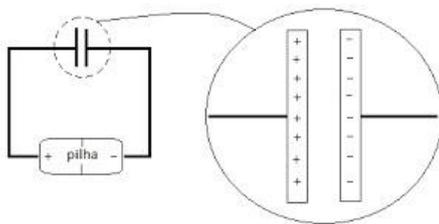
Por definição capacitor elétrico é um elemento do circuito elétrico que tem como função armazenar energia elétrica. O capacitor elétrico consiste em dois condutores separados por um material isolante e, conectando o capacitor, por um tempo, a uma bateria, o mesmo fica carregado. Cada placa do capacitor é carregada com uma carga elétrica oposta a outra.

### Símbolo do capacitor

O símbolo utilizado para representar um **capacitor elétrico** em um circuito elétrico tem a seguinte forma:



Agora, considere o esquema abaixo:



A placa do capacitor conectada ao terminal negativo da bateria recebe os elétrons que a bateria fornece. A placa do capacitor conectada ao terminal positivo da bateria fornece os elétrons para a bateria.

Depois de carregado o capacitor armazena a energia elétrica por certo tempo que pode variar de minutos a anos dependendo das características do capacitor. Este dispositivo tem várias aplicações como, por exemplo, cargas elétricas descarregadas através do flash das máquinas fotográficas. Outro exemplo são os pequenos capacitores formados pelas teclas de um teclado de computador. No momento em que pressionamos uma tecla, as placas do capacitor são conectadas fornecendo uma pequena corrente elétrica que libera um sinal para o computador.

## Equação para o capacitor

Para saber quanto de carga elétrica é armazenada em um capacitor precisamos considerar o material e outras características do capacitor elétrico. Estas características são representadas por uma constante do capacitor chamada de capacitância (C).

Sendo assim, a quantidade de carga é dada por:

$$Q = C \cdot U$$

Q = quantidade de carga elétrica

C = Capacitância

U = d.d.p da bateria

A unidade de medida da capacitância é o Faraday (F) em homenagem a Michael Faraday.

No capacitor elétrico a energia elétrica é armazenada através do campo elétrico formado entre as placas carregadas com cargas elétricas opostas.

### **Materiais Utilizados:**

- Um pote com tampa de plástico (maionese);
- Arame ou prego;
- Dois pedacinhos de fio;
- Uma bolinha de pingue-pongue ou do desodorante rollon;
- Papel-alumínio;

- bexiga/balão.

**Procedimentos:**

**1º Passo:** Corte uma tira de papel-alumínio do diâmetro do potinho (deixe uns 2 cm sobrando na borda superior) e coloque na parte de dentro. Fixe com fita adesiva e faça a mesma coisa do lado de fora.

**2º Passo:** Agora, fure a bolinha, coloque o fio no orifício (vai ficar parecido com um pirulito) e passe papel-alumínio em volta da bolinha. Faça um buraquinho na tampa do pote e coloque o pirulito metálico dentro.

**3º Passo:** No próximo passo enrole um dos fios por dentro do pote (uma ponta encosta no arame, e outra no alumínio de dentro) e coloque o outro do lado de fora.

**4º Passo:** Agora vamos gerar eletricidade estática enchendo a bexiga e atritando em seu cabelo, em seguida passe na bolinha de alumínio, e se possível apague as luzes para passar o fio na bolinha e observar o fenômeno.



**Figura 19:** Máquina de choque caseira. **Fonte:** Autora do trabalho.

### **ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO MÁQUINA DE CHOQUES CASEIRA**

1. Qual é a explicação para o fato de que se você carregar a sua máquina de choques e encostar as duas mãos nela, uma na bolinha e outra na lateral você pega um choque de leve?
2. O que você observou de mais importante no experimento? Descreva com as suas palavras o passo a passo do experimento.
3. Em que consiste um capacitor elétrico e qual a sua principal função?
4. Como a energia elétrica é armazenada?
5. Liste algumas aplicações dos capacitores.

### **V CABO DE GUERRA ELÉTRICO**

**Fundamentação teórica:**

De acordo com o princípio da ação e da repulsão, "Duas cargas elétricas de mesmo sinal se repelem, e de sinais contrários se atraem". Essa verdade só pode ser demonstrada experimentalmente: colocamos em presença, sucessivamente, corpos com cargas de mesmo sinal e sinais contrários, e observamos quais os sentidos das forças. Mas, a melhor prova de que esse princípio é exato é que as consequências de sua aplicação são sempre verificadas experimentalmente.

Este princípio que é um princípio geral para toda a Física, quando aplicado à eletricidade, é chamado, às vezes, "princípio da conservação da eletricidade", ou mais precisamente "princípio da conservação da energia elétrica". É válido para um sistema isolado de corpos, e pode ser enunciado: "em um sistema isolado de corpos, a energia elétrica total é constante, desde que não haja transformação de energia elétrica para outras formas de energia". Com mais rigor esse princípio deve ser enunciado para a energia eletromagnética, e não para a energia elétrica somente.

Dizemos que essas duas verdades são dois princípios fundamentais, porque não há nenhum raciocínio capaz de demonstrá-las.

Por isso vamos enfatizar apenas a demonstração do princípio da ação e da repulsão, através desse experimento.

### **Materiais Utilizados:**

Você vai precisar de:

- 1 latinha de alumínio;
- 2 bexigas ou balões;
- fita adesiva;
- superfície plana e bem lisa.

### **Procedimentos:**

**1º Passo:** Cole uma fita no centro, e nas extremidades, de preferência de cores diferenciadas

**2º Passo:** Encha a bexiga.

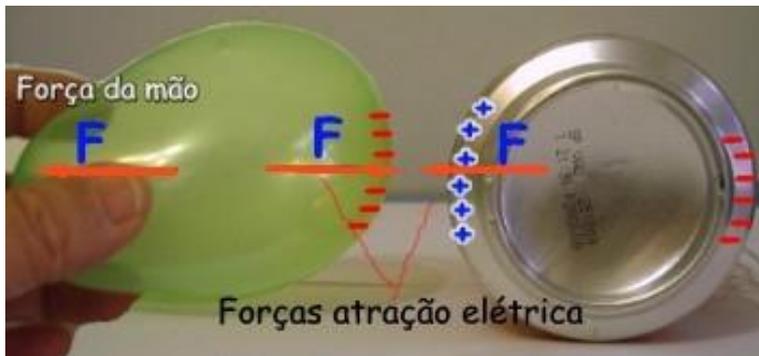
**3º Passo:** Atrite a bexiga em um cabelo limpo e seco, de preferência.

**4º Passo:** Vamos para a ação, posicione-se cada um de um lado da mesa e aproxime a bexiga atritada da latinha até que chegue ao outro lado da fita amarela.

**5º Passo:** ganha quem conseguir que a bolinha atravesse para o lado da fita do seu adversário.



**Figura 20** Cabo de guerra eletrostático. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=5uAMmfuMqzM>



**Figura 21** Cabo de guerra eletrostático. Fonte: <http://museuweg.net/blog/category/eletromagnetismo/>



**Figura 22:** Experimento cabo de guerra elétrico. **Fonte:** Autora do trabalho.

## **ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO CABO DE GUERRA ELÉTRICO**

1. Explique o princípio da ação e repulsão.
2. Explique com suas palavras porque ao aproximarmos a bexiga da latinha você observa o fenômeno de atração e/ou repulsão.
3. Quando um corpo exerce sobre o outro uma força elétrica de atração, pode-se afirmar que:
  - a) um tem carga positiva e o outro, negativa.
  - b) pelo menos um deles está carregado eletricamente.
  - c) um possui maior carga que o outro.
  - d) os dois são condutores.
  - e) pelo menos um dos corpos conduz eletricidade.
4. Atrita-se um bastão de vidro com um pano de lã.
  - a) Se os colocarmos suspensos por fios isolantes e próximos, eles irão se atrair ou repelir?
  - b) E se atritarmos dois bastões de vidro entre si, eles também vão se eletrizar? Por quê?

## **VI ELETROSCÓPIO CASEIRO (DETECTOR DE ELÉTRONS CASEIRO)**

### **Fundamentação teórica:**

A eletrostática é a área da Física que estuda os fenômenos ligados a cargas elétricas em repouso e abrange conteúdos como cargas elétricas, condutividade elétrica e processos de eletrização.

Sabemos que é impossível visualizar as cargas elétricas, mas conseguimos ver os seus efeitos por meio de detectores eletrostáticos, que são dispositivos sensíveis à presença de cargas elétricas. Um exemplo de detector eletrostático é o **eletroscópio de folhas**.

O eletroscópio de folhas é um instrumento que consiste basicamente em um tubo que apresenta uma haste condutora com duas folhas metálicas e uma esfera metálica. Quando aproximamos um corpo eletrizado da esfera, essas folhas metálicas repelem-se, demonstrando a existência de carga elétrica.

Esse equipamento tem custo baixo e é ideal para ser usado em uma aula prática de Física para facilitar a explicação de conteúdos de eletrostática, como as cargas elétricas e suas propriedades, bem como o processo de eletrização por indução.

#### **Materiais Utilizados:**

- Pote de vidro com tampa;
- Papel alumínio;
- 1 pedaço de arame ou fio rígido;
- Fita adesiva;
- Isopor.

#### **Procedimentos:**

**1º Passo:** se o pote de vidro não tiver tampa, o primeiro passo é fazer essa tampa.

**2º Passo:** corte um pedaço do arame e faça uma envergadura como se fosse um J.

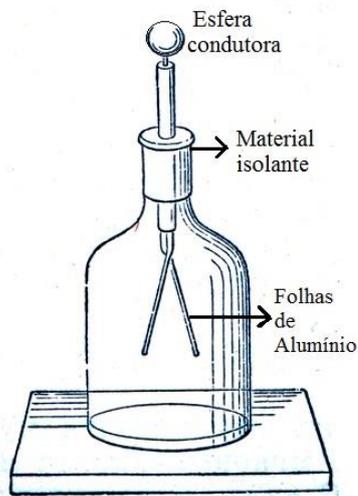
**3º Passo:** Pegue a fita adesiva e passe em volta do arame, deixando as duas pontas livres.

**4º Passo:** Corte um pedaço do papel alumínio, cerca de 8 cm de comprimento e de 5 mm de largura, corte ao meio, faça um furo e coloque na ponta do arame em J.

**5º Passo:** Pendure o fio em formato de J na tampa que foi feita do isopor deixando uma ponta para fora e tampe o vidro, usando fita adesiva para prender.

**6º Passo:** Faça uma bolinha de alumínio e coloque sobre a ponta do fio de arame que ficou do lado de fora.

**7º Passo:** Agora gere energia estática, com uma bexiga ou com um canudo e aproxime da bola de alumínio e observe o que acontece e depois encoste e observe e para finalizar coloque o dedo na bolinha de isopor e observe.



**Figura 23:** Eletroscópio caseiro. **Fonte:** <http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/aula-pratica-construcao-um-eletroscopio-folhas.htm>



**Figura 24:** Montagem do eletroscópio caseiro. **Fonte:** <https://www.youtube.com/watch?v=SY0mVc5uXZE>



**Figura 25:** Eletroscópio caseiro. **Fonte:** Autora do trabalho.

## **ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO ELETROSCÓPIO CASEIRO (DETECTOR DE ELÉTRONS CASEIRO)**

1. Em que consiste basicamente um eletroscópio de folha?
2. Sabemos que não é possível ver uma carga elétrica, mas, o que é possível observar e como?
3. Qual é o principal fenômeno observado no experimento e como acontece?
4. Considere as afirmações abaixo:
  - I. Um corpo, ao ser eletrizado, ganha ou perde elétrons.
  - II. É possível eletrizar uma barra metálica por atrito segurando-a com a mão, pois o corpo humano é de material semiconductor.
  - III. Estando inicialmente neutros, atrita-se um bastão de plástico com lã, conseqüentemente esses dois corpos adquirem cargas elétricas de mesmo valor e naturezas (sinais) opostas. Escolha:
    - a) se somente I estiver correta.
    - b) se somente II estiver correta.
    - c) se somente III estiver correta.
    - d) se II e III estiverem corretas.
    - e) se I e III estiverem corretas.
5. Explique com suas palavras o que você observou no experimento.

## **VII LABIRINTO ELÉTRICO**

### **Introdução:**

**Este experimento que contribui para o entendimento com relação aos elementos de um circuito elétrico. Mas o que seria um circuito elétrico?** Um circuito elétrico é a ligação de elementos elétricos, como resistores, indutores, capacitores, diodos, linhas de transmissão, fontes de tensão, fontes de corrente e interruptores, de modo que formem pelo menos um caminho fechado para a corrente elétrica. Um circuito elétrico simples, alimentado por pilhas, baterias ou tomadas, sempre apresenta uma fonte de energia elétrica, um aparelho elétrico, fios ou placas de ligação e um interruptor para ligar

e desligar o aparelho. Estando ligado, o circuito elétrico está fechado e uma corrente elétrica passa por ele. Esta corrente pode produzir vários efeitos, luz, movimentos, aquecimentos, sons, e etc.

### **Materiais Utilizados:**

- 2 pilhas AA de 3 v;
- 1 pedaço de arame;
- 1 pedaço de papel alumínio;
- Suporte de madeira
- 1 garrafa pet;
- 1 led de 3 v;
- 1 alto falante e 1 interruptor (opcional);
- Fitas isolantes;
- Taxinha;
- Pregos;
- Martelo;
- Tesoura;
- Fios.

### **Procedimentos:**

**1º Passo:** você poderá enrolar o pedaço de madeira com papel camuça;

**2º passo:** Fazer um tubinho com a garrafa pet e a fita isolante para colocar as pilhas dentro e cole dois pregos na ponta das pilhas;

**3º passo:** Para que não fique espaço entre as pilhas e os pregos, faça uma bolinha de papel alumínio e coloque entre as duas pilhas e cola um pouco de fita adesiva;

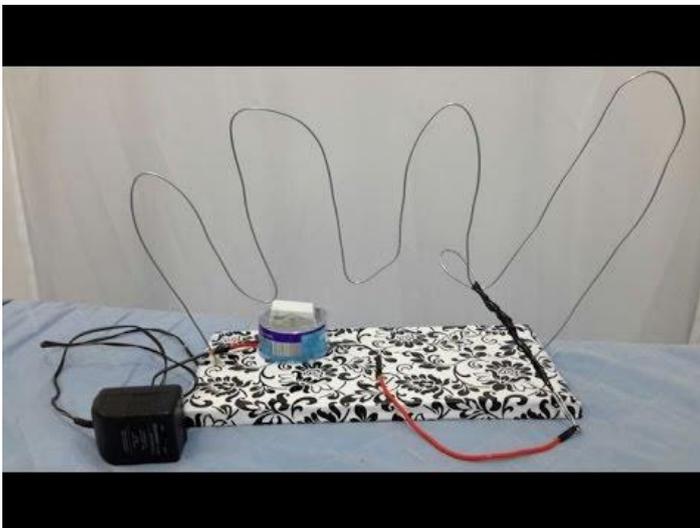
**4º passo:** Agora está na hora de ligar a parte negativa das pilhas em um dos lados do interruptor, prenda o outro lado do interruptor em um fio, agora pegue o fio e ligue as pontas negativas tanto do alto falante quanto do led, usando as taxinhas prenda na madeira o alto falante e o led.

**5º passo:** Corte mais ou menos um metro de arame e entorte as pontinhas fazendo o formato de U bem fechado e prenda nas extremidades da madeira, uma de cada lado. com

o arame preso um de cada lado é hora de ligar os dois pólos positivos do led e do alto falante em uma ponta do arame.

**6º passo:** Depois corte um fio mais ou menos de 70 cm e ligue no pólo positivo das pilhas aquele que ainda não tem nada amarrado, daí pega um arame de mais ou menos 30 cm e faça uma curva em formato de U deixando uma ponta para cima de mais ou menos 10 cm. Com esta ponta enrole o arame que esta preso na tábua deixando um formato de bolinha. Agora a ponta do fio que esta no pólo positivo você liga na ponta deste arame que está com uma bolinha.

**7º passo:** Para dá o ponto final basta colocar fita isolante em alguns pontos para proteger as conexões



**Figura 26:** Labirinto elétrico. **Fonte:** <https://www.youtube.com/watch?v=JHNTS5gfE6Y>



**Figura 27:** Labirinto elétrico. **Fonte:** Autora do trabalho.

## **ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO LABIRINTO ELÉTRICO**

1. Destaque os principais componentes de um circuito elétrico explicando as suas funções.
2. Como funciona um circuito elétrico e como podemos alimentá-lo?
3. Explique com suas palavras o passo a passo do experimento.
4. Assinale a alternativa correta em relação aos circuitos mistos:
  - a) Circuitos mistos são circuitos que apresentam vários dispositivos diferentes, como capacitores, resistores, diodos etc.
  - b) A resistência equivalente para uma associação de resistores em paralelo terá sempre um valor menor do que o da menor resistência que compõe o circuito.
  - c) Em uma associação de resistores em série, o valor da corrente elétrica total é a soma das correntes elétricas de todos os resistores.
  - d) Quando se quer manter a ddp entre os terminais de vários resistores igual, eles devem ser associados em série.
5. Por que é necessário colocar fita isolante em alguns pontos de conexão do aparelho construído?

## **VIII CORTADOR DE ISOPOR CASEIRO**

### **Fundamentação teórica**

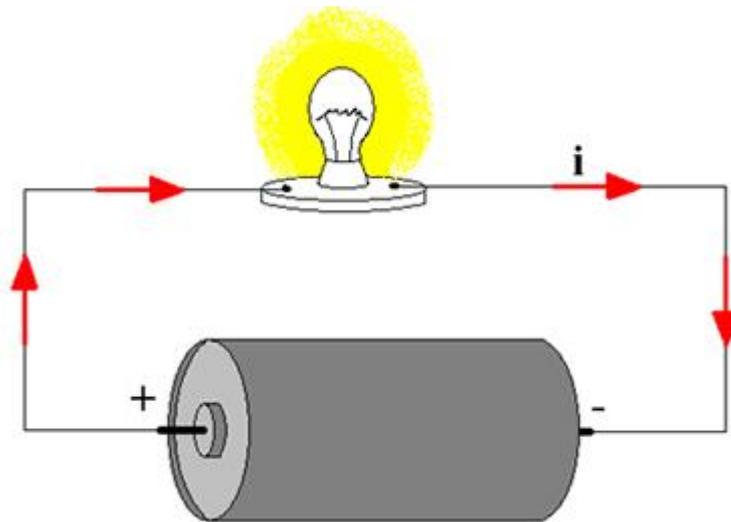
#### **Circuito Elétrico Simples**

Para que tenhamos energia elétrica em nosso dia a dia, é necessário um gerador elétrico, cuja função é fornecer energia potencial elétrica às partículas portadoras de cargas. Essa energia fornecida é proveniente de outras formas de energia.

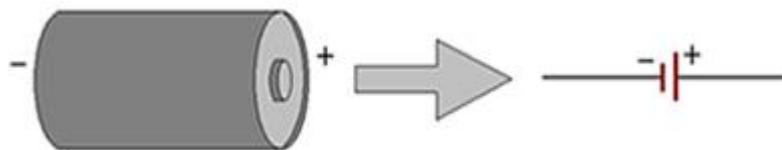
Podemos definir um gerador elétrico como sendo um dispositivo em que ocorre a conversão de outras formas de energia em energia elétrica. Um tipo bastante conhecido de gerador elétrico é a pilha seca comum, usada em controles remotos, brinquedos, etc. Nas

pilhas secas, a energia elétrica é obtida da energia química liberada nas reações que ocorrem em seu interior.

Como há uma diferença de potencial entre os pólos de uma bateria, essa voltagem será estabelecida nas extremidades de um condutor a ela ligado. Portanto, as cargas livres nesse condutor entrarão em movimento, isto é, será estabelecida uma corrente elétrica no condutor. O sentido da corrente elétrica será do potencial maior para o potencial menor, ou seja, do pólo positivo para o pólo negativo. Resumidamente podemos afirmar que enquanto as reações químicas mantiverem a ddp entre os pólos da bateria, haverá uma corrente elétrica circulando continuamente o circuito.



Um gerador elétrico é representado pelo símbolo da figura abaixo, para fins de representação esquemática.



Os equipamentos são ligados por fios condutores ao gerador, constituindo circuitos que, ao serem percorridos pela corrente elétrica, permitem que a energia elétrica seja convertida em outras modalidades úteis ao homem. Qualquer caminho por onde as partículas portadoras de cargas elétricas possam fluir é chamado de circuito elétrico.

**Materiais Utilizados:**

- Uma bateria de 9v;
- Fio de aço (cabo de varal);
- 2 caixas de bombom (tic-tac);
- 2 parafusos pequenos;
- 2 alfinetes de mural;
- Presilha de cabelo tic-tac;
- Um par de hashi (palitos);
- Pedaco de papel alumínio;
- Pedaco de fio.

### Procedimentos:

**1º Passo:** Grude os dois hashis na caixinha de bala, com a ajuda de cola quente, e reforce com fita adesiva. Prenda os dois alfinetes na ponta de cada pauzinho.

**2º Passo:** Pegue a outra caixinha de bala e coloque os parafusos. Lixe a tic-tac, envolva no fio e prenda do lado da caixinha, com ajuda de fita adesiva. Cole embaixo dos hashis, como mostramos no vídeo.

**3º Passo:** Conecte os fios na ponta dos alfinetes e arremate com fita adesiva. Corte 20 cm do cabo de aço e tire o fiozinho mais fino do meio. Prenda entre os alfinetes, deixando bem esticado.

**4º Passo:** Por fim, coloque a bateria de 9v com papel alumínio na caixinha de balas e use a presilha como interruptor pra ligar e desligar o seu dispositivo!



**Figura 28:** Cortador de isopor. **Fonte:** <https://www.youtube.com/watch?v=CoTaV06MOeA>

## **ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO CORTADOR DE ISOPOR CASEIRO**

1. Como podemos definir um gerador elétrico e qual é a sua principal função?
2. Com relação ao potencial, qual será o sentido da corrente elétrica?
3. Cite alguns exemplos do seu cotidiano de geradores elétricos.
4. Explique com suas palavras o passo a passo do experimento realizado.
5. A força eletromotriz de uma bateria é:
  - a) a força elétrica que acelera os elétrons;
  - b) igual à tensão elétrica entre os terminais da bateria quando a eles está ligado um resistor de resistência nula;
  - c) a força dos motores ligados à bateria;
  - d) igual ao produto da resistência interna pela intensidade da corrente;
  - e) igual à tensão elétrica entre os terminais da bateria quando eles estão em aberto.

## **IX MOTOR CASEIRO COM IMÃ**

### **Fundamentação teórica**

#### **Motor elétrico**

Temos a presença de motores elétricos por toda a parte, por exemplo, no liquidificador, na batedeira elétrica, nos carrinhos de controle remoto, etc. Esses motores têm como princípio básico transformar energia elétrica em energia mecânica. Temos basicamente dois tipos de motores elétricos: o motor de corrente contínua (CC) e o motor de corrente alternada (CA); ambos trabalham pela interação entre campos elétricos e campos magnéticos.

O experimento objetiva levar o aluno a ter um contato maior com os motores elétricos, bem como ajudá-lo a entender o princípio de funcionamento desses motores.

É um experimento de baixo custo que visa à interação dos alunos com o estudo da física aplicada no dia a dia.

**Materiais Utilizados:**

- 1 pilha tamanho “D”;
- 1 ímã (servem tanto o comum, escuro, quanto o super ímã, cromado);
- 2 alfinetes (broche de criança);
- Uma gominha elástica de escritório;
- Uma bexiga comum;
- Um fio de cobre envernizado (costuma estar enrolado em bobinas de motores pequenos, como de um liquidificador).

**Procedimentos:**

**1º Passo:** Fazer um a bobina utilizando o fio de cobre com a pilha. Separe mais ou menos 5 cm do fio de forma que fique sobrando e comece a enrolar o fio na ponta da pilha, dando uma média de 10 voltas. Depois separe mais cerca de 5 cm e corte o fio.

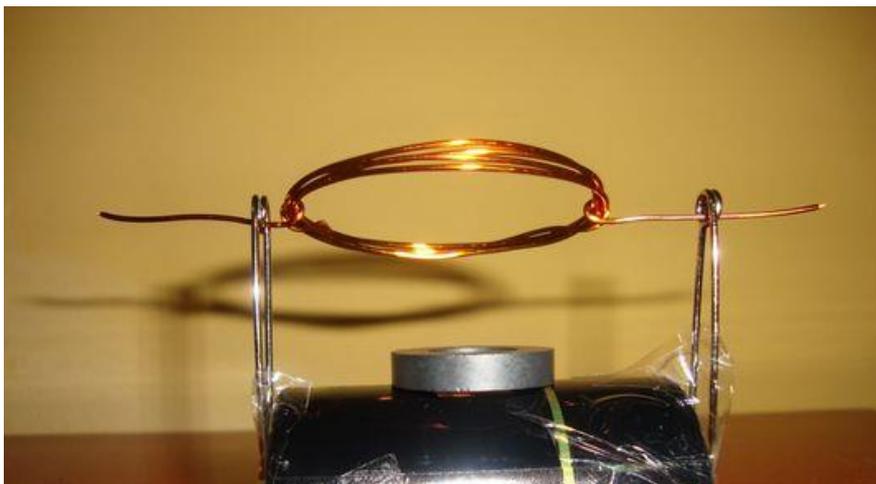
**2º Passo:** Tire da pilha a bobina e pegue as pontas soltas e enrole de forma que segure a bobina e deixe cerca de 2 cm de cada lado.

**3º Passo:** Descasque umas das pontas da bobina completamente de forma que a energia possa fluir e na outra ponta apenas a um dos lados.

**4º Passo:** Próximo passo é fazer a base do motor. Pegue a bexiga e corte de uma ponta a outra fazendo uma espécie de liga de cerca de 2 cm. Agora passe essa liga em volta da pilha, como se fosse uma roupa para a pilha, no sentido vertical, e para a bexiga não escapar passe o elástico nas extremidades da pilha.

**5º passo:** Prenda os alfinetes nas pontas da pilha, um no pólo negativo e outro no pólo positivo. Agora grude o ímã na pilha de um dos lados em cima da bexiga.

**6º passo:** Agora que temos a base e a bobina basta encaixar as duas pontas da bobina nos alfinetes e dá um impulso e observar o fenômeno acontecer.



## **ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO MOTOR CASEIRO COM IMÃ**

1. Qual é o princípio básico do funcionamento dos motores ?
2. Temos basicamente dois tipos de motores elétricos, quais são eles?
3. Marque a afirmativa correta:
  - a) Todos os ímãs possuem dois pólos, o pólo norte e o sul. O pólo sul é o positivo de um ímã, enquanto o norte é negativo.
  - b) Ao quebrar um ímã, os seus pólos são separados, passando a existir um ímã negativo e outro positivo.
  - c) Ao aproximar os pólos iguais de um ímã, eles repelem-se. Quando pólos diferentes aproximam-se, eles atraem-se.
  - d) Os materiais ferromagnéticos são os que não podem ser atraídos por ímãs.
4. Explique com as suas palavras o passo a passo e a fundamentação do experimento.

## **X CONSTRUÇÃO DE UM ELETROIMÃ (IMÃ ELÉTRICO)**

### **Fundamentação teórica**

#### **Eletroímã**

O eletroímã é um dispositivo que utiliza corrente elétrica para gerar um campo magnético, semelhantes àqueles encontrados nos ímãs naturais. É geralmente construído aplicando-se um fio elétrico espiralado ao redor de um núcleo de ferro, aço, níquel ou cobalto ou algum material ferromagnético.

Quando o fio é submetido a uma tensão, o mesmo é percorrido por uma corrente elétrica, o que gerará um campo magnético na área a este aspecto, espira através da Lei de Biot-Savart. A intensidade do campo e a distância que ele atingirá a partir do eletroímã dependerão da intensidade da corrente aplicada e do número de voltas da espira.

A passagem de corrente elétrica por um condutor produz campos magnéticos nas suas imediações e estabelece um fluxo magnético no material ferromagnético envolto pelas espiras do condutor. A razão entre a intensidade do fluxo magnético concatenado pelas espiras e a corrente que produziu esse fluxo é a indutância.

O pedaço de ferro apresenta as características de um ímã permanente, enquanto a corrente for mantida circulando, e o campo magnético pode ser constante ou variável no tempo dependendo da corrente utilizada (contínua ou alternada). Ao se interromper a passagem da corrente o envolto pelas espiras pode tanto manter as características magnéticas ou não, dependendo das propriedades do mesmo.

#### **Materiais Utilizados:**

- 1 prego grande;
- 2 pilhas de preferência pilha D (grandes);
- um pouco de fio esmaltado que pode ser encontrado dentro de motores velhos queimados que não se usam mais;
- 1 pedaço de lixa (aquelas utilizadas para lixar paredes).

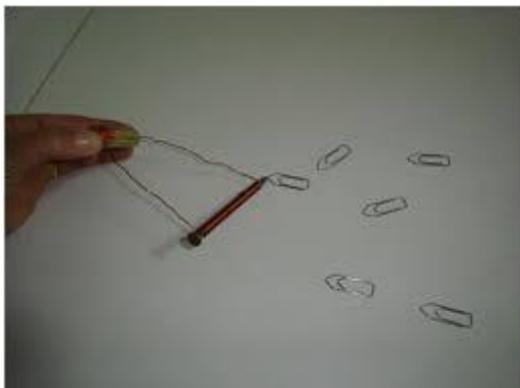
#### **Procedimentos:**

**1º Passo:** Enrole o fio de cobre em volta do prego, deixando sobrando uns 20 cm nas pontas do prego daí comece a enrolar, o ideal é fazer no mínimo duas voltas em torno do prego, para fique bem bonito e sem nenhuma falha.

**2º Passo:** Agora lixe as pontas do fio a fim de tirar toda a parte esmaltada e deixar o fio exposto.

**3º Passo:** Coloque as duas pilhas uma sobre a outra, tendo o cuidado de colocar os pontos positivos com os negativos e cole com fita isolante, nas extremidades utilizando a mesma fita, fixe as pontas do fio que você deixou sobrando.

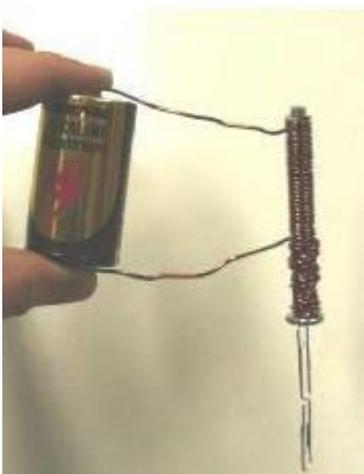
**4º Passo:** Após realizar as ligações do prego com as pilhas você poderá aproximar de alguns materiais como moedas, limalhas de ferro, pregos e observar o que acontecerá.



**Figura 30:** Eletroímã. **Fonte:** [http://fap.if.usp.br/~lumini/f\\_bativ/f2expco/mac\\_reg.html](http://fap.if.usp.br/~lumini/f_bativ/f2expco/mac_reg.html)



**Figura 31:** Eletroímã. **Fonte:** <http://fisica-mooderna.blogspot.com.br/2012/03/relatorio-do-eletoima-de-prego.html>



**Figura 32:** Eletroímã. **Fonte:** <https://ciencias4all.wordpress.com/2011/06/25/experimento-construindo-um-eletoima/>

## **ATIVIDADE SOBRE O EXPERIMENTO ELETROIMÃ**

1. A Terra é considerada um ímã gigantesco, que tem as seguintes características:
  - a) O pólo norte geográfico está exatamente sobre o pólo sul magnético, e o sul geográfico está na mesma posição que o norte magnético.
  - b) O pólo norte geográfico está exatamente sobre o pólo norte magnético, e o sul geográfico está na mesma posição que o sul magnético.
  - c) O pólo norte magnético está próximo do pólo sul geográfico, e o pólo sul magnético está próximo ao pólo norte geográfico.
  - d) O pólo norte magnético está próximo do pólo norte geográfico, e o pólo sul magnético está próximo do pólo sul geográfico.
  - e) O pólo norte geográfico está defasado de um ângulo de  $45^\circ$  do pólo sul magnético, e o pólo Sul geográfico está defasado de  $45^\circ$  do pólo norte magnético.
2. O experimento dá choque? Por que?
3. O que se caracteriza por eletroímã?
4. Explique a fundamentação da Lei de Biot-Savart.
5. O que significa indutância.
6. Explique com suas palavras a fundamentação e o passo a passo do experimento.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Site acessado: <http://www.cienciatube.com/2012/09/experimentos-de-fisica.html>. Data do acesso: 13/07/2016.

Site acessado: <http://www.manualdomundo.com.br/2013/09/experiencia-de-eletostatica-com-bexigas-para-feira-ciencias/>. Data do acesso: 13/07/2016.

Site acessado: <http://www.manualdomundo.com.br/tag/experiencias-fisica-eletricidade-magnetismo/>. Data do acesso: 16/07/2016.

Site acessado: <https://www.youtube.com/watch?v=D4KakrCVaI0> (Labirinto elétrico). Data do acesso: 16/07/2016.

Site acessado:

[https://www.youtube.com/watch?annotation\\_id=annotation\\_4190243449&feature=iv&src](https://www.youtube.com/watch?annotation_id=annotation_4190243449&feature=iv&src)

\_vid=x6ddQDBrbV8&v=qAsesJkyZ4Q (eletróscopio de folha). Data do acesso:  
16/07/2016.

Site acessado: <http://brasilescola.uol.com.br/fisica/processo-eletrizacao.htm>. Data do  
acesso: 01/08/2017.

Site acessado: [http://www.feiradeciencias.com.br/sala11/11\\_33.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala11/11_33.asp). Data do acesso:  
02/08/2017.

Site acessado: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala22/motor21.asp>. Data do acesso:  
02/08/2017.

Site acessado: [http://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/aula-pratica-  
construcao-um-eletroscopio-folhas.htm](http://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/aula-pratica-construcao-um-eletroscopio-folhas.htm). Data do acesso: 08/08/2017.

Site acessado: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Energia\\_elestrost%C3%A1tica](https://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_elestrost%C3%A1tica). Data do acesso:  
04/09/2017.

Site acessado: [http://www.feiradeciencias.com.br/sala11/11\\_49.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala11/11_49.asp). Data do acesso:  
04/09/2017.

Site acessado:  
[https://www.google.com.br/search?q=para+que+serve+o+labyrintho+eletrico&sa=X&ved=0  
ahUKEwj2-348ovWAhUP-2MKHWUOAYMQ1QIIcSgE&biw=1536&bih=711](https://www.google.com.br/search?q=para+que+serve+o+labyrintho+eletrico&sa=X&ved=0ahUKEwj2-348ovWAhUP-2MKHWUOAYMQ1QIIcSgE&biw=1536&bih=711). Data do  
acesso: 04/09/2017.

Site acessado: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/circuito-eletrico-simples.html>. Data do  
acesso: 06/09/2017.

