



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

JANAILSON ARAÚJO LACERDA

**CONSTRUÇÃO DE UM AMPERÍMETRO CASEIRO PARA ATIVIDADES
DIDÁTICAS**

**CAMPINA GRANDE-PB
2022**

JANAILSON ARAÚJO LACERDA

**CONSTRUÇÃO DE UM AMPERÍMETRO CASEIRO PARA ATIVIDADES
DIDÁTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a Coordenação do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva

**CAMPINA GRANDE-PB
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L131c Lacerda, Janailson Araújo.
Construção de um amperímetro caseiro para atividades didáticas [manuscrito] / Janailson Araújo Lacerda. - 2022.
25 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2023.
"Orientação : Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva, Departamento de Física - CCT. "

1. Ensino de Física. 2. Amperímetro. 3. Eletromagnetismo.
4. Atividade experimental. I. Título

21. ed. CDD 530.7

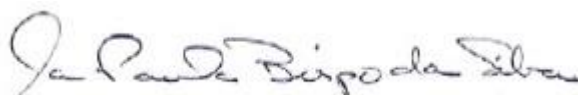
JANAILSON ARAÚJO LACERDA

CONSTRUÇÃO DE UM AMPERÍMETRO CASEIRO PARA ATIVIDADES
DIDÁTICAS

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a Coordenação do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovada em: 29/11/2022.

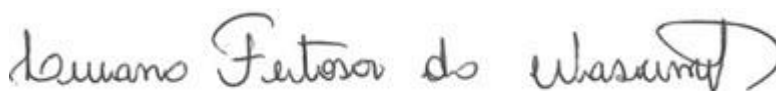
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Morgana Lígia de Farias Freire
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Luciano Feitosa do Nascimento
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)

Aos meus pais por sempre acreditarem em mim e não medirem esforços para que eu chegasse até aqui. Também minha esposa que esteve sempre presente nos momentos de dificuldades. Aos meus irmãos que estiveram me apoiando nessa conquista.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Linhas de Campo Magnético.....	11
Figura 2 – Esquema do Amperímetro Caseiro	12
Figura 3 – HD (<i>Hard Disk</i>)	14
Figura 4 – Ímãs	14
Figura 5 – Ímãs cortados.....	14
Figura 6 – Rebite ref-312	14
Figura 7 – Rebite ref-312 sem a parte de alumínio	14
Figura 8 – Ímã localizado no centro do rebite.....	15
Figura 9 – Massa epóxi cobrindo ímã	15
Figura 10 – Anel feito com o cano de PVC.....	15
Figura 11 – O anel deve ter dois encaixes para o eixo	15
Figura 12 – Cano de PVC	15
Figura 13 – Placa de PVC	15
Figura 14 – Disco	16
Figura 15 – Disco vazado.....	16
Figura 16 – Suporte do eixo e bobina	16
Figura 17 – Suporte do eixo e bobina	16
Figura 18 – Suporte e eixo da bobina	16
Figura 19 – Suporte e eixo da bobina	16
Figura 20 – Ponteiro.....	17
Figura 21 – Ponteiro.....	17
Figura 22 – Ponteiro.....	17
Figura 23 – Mola de plástico rígido	17
Figura 24 – Mola do ponteiro.....	17
Figura 25 – Base de madeira e painel.....	18
Figura 26 - Base de madeira e painel	18
Figura 27 – Base de madeira e painel.....	18
Figura 28 – Base de madeira e painel.....	18
Figura 29 – Base de madeira e painel.....	19
Figura 30 – Base de madeira e painel.....	19
Figura 31 – Base de madeira e painel.....	19
Figura 32 – Base de madeira e painel.....	19
Figura 33 – Base de madeira e painel.....	19
Figura 34 – Base de madeira e painel.....	19
Figura 35 – Garras jacaré para conexão.....	20
Figura 36 – Base de madeira e painel.....	20
Figura 37 – Amperímetro caseiro	20
Figura 38 – Bobina e ímã	22
Figura 39 – Linhas de campo.....	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 ATIVIDADES COM EXPERIMENTOS NA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA	9
3 O AMPERÍMETRO: FENÔMENO E CONSTRUÇÃO	10
3.1 BREVE HISTÓRICO	10
3.2 AMPERÍMETRO CASEIRO.....	11
3.3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMENTO	12
3.4 MONTAGEM DO AMPERÍMETRO CASEIRO	12
3.4.2 Instruções de Montagem	13
3.4.2.1 Imãs Neodímio	13
3.4.2.2 Rebite ref-312.....	14
3.4.2.3 Suporte para o eixo central e bobina de cobre.....	15
3.4.2.4 Suporte da bobina e eixo central.....	16
3.4.2.5 Ponteiro e mola do eixo central	17
3.4.2.6 Base de madeira do amperímetro caseiro.....	18
3.4.2.7 Montagem do amperímetro caseiro.....	18
3.5 POSSÍVEIS COMPLICAÇÕES DE USO.....	20
4 UTILIZANDO O AMPERÍMETRO CASEIRO EM SALA DE AULA	20
4.1 ETAPA PRÉ-EXPERIMENTAL	21
4.2 ETAPA EXPERIMENTAL	21
4.2.1 Considerações sobre a atividade experimental com o amperímetro	21
4.3 ETAPA PÓS EXPERIMENTAL	22
4.4 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COMPLEMENTARES	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	23

CONSTRUÇÃO DE UM AMPERÍMETRO CASEIRO PARA ATIVIDADES DIDÁTICAS

CONSTRUCTION OF A HOMEMADE AMPERIMETER FOR TEACHING ACTIVITIES

Janailson Araújo Lacerda¹

RESUMO

Esse trabalho é resultado do estudo desenvolvido ao longo da graduação em Licenciatura em Física na Universidade Estadual da Paraíba. Baseado na perspectiva construtivista de Rosa e Rosa (2012), o trabalho traz uma proposta de uma atividade experimental utilizando amperímetro caseiro de baixo custo voltado a aulas de eletromagnetismo para alunos de Física no Ensino Médio. Visando sanar alguns problemas no ensino de Física, e também levando em consideração que muitas escolas não disponibilizam de laboratório adequado, então se torna viável recorrer a construção de experimentos com materiais de fácil acesso e baixo custo. Neste trabalho buscamos também apresentar uma discussão sobre o papel da experimentação numa perspectiva construtivista e sua relação com a construção de instrumentos de baixo custo.

Palavras-chave: eletromagnetismo; amperímetro; atividade experimental.

ABSTRACT

This work is the result of the study developed during the undergraduate degree in Physics at the State University of Paraíba. Based on the constructivist perspective of Rosa and Rosa (2012), the work proposes an experimental activity using a low-cost homemade amperimeter aimed at electromagnetism classes for Physics students in High School. In order to solve many problems in Physics teaching and also taking into account that many schools do not have an adequate laboratory, it becomes viable to resort to building experiments with easily accessible and low-cost materials. In this work we also seek to present a discussion about the role of experimentation and its relation with the construction of low-cost instruments.

Keywords: electromagnetism; amperimeter; experimental activity.

¹ Graduando em licenciatura em física pela Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: janailsonbv@outlook.

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata do ensino de física, as discussões giram em torno da forma com que podemos abordar os conteúdos de física para que os alunos tenham mais interesse, participe ativamente da construção do conhecimento em paralelo com docente. O que pode ser feito para reverter essa realidade? Essa é uma incógnita que todo profissional da educação faz. Já os professores de física se perguntam sobre que métodos de ensino, metodologia e técnicas poderão utilizar para tornar a sua disciplina mais compreensiva e prazerosa, ou seja, uma troca de conhecimento onde o discente é um ser ativo nesse processo de formação. Muitos docentes se veem desafiados a desenvolver mecanismos e técnicas que tornem a aula atraente, dinâmica e que proporcionem aos mesmos uma aprendizagem significativa.

Robillota (1988) já discorre acerca dos problemas enfrentados há 40 anos tanto pelos alunos quanto pelos professores de física no que se refere ao ensino de física. Ensinar nunca foi tarefa fácil e, proporcionar, através do ensino, uma aprendizagem significativa, é algo ainda mais difícil, empolgante e desafiador. É preciso ensinar física dando ênfase ao fato de que a organização e construção dos conhecimentos físicos têm uma dinamicidade histórica e social. Cabe ao docente mostrar que tal desenvolvimento ocorreu e ainda ocorre em meio a rupturas, onde se podem ampliar os conhecimentos existentes, bem como superá-los por outros mais fundamentados.

Robillota (1988) destaca também como a história da ciência tem um papel importante em trazer para o estudante uma perspectiva da física como um todo, e não apenas partes – as equações, fórmulas, etc. – que perdem significado ao serem trabalhadas separadamente. Uma maneira de viabilizar o estudo da história da ciência é fazer uso da experimentação. Conforme salienta Heering (2007) a associação entre experimentos e história da ciência permite abarcar diferentes perfis de estudantes. Para aqueles que veem a física como experimental, envolver as atividades experimentais pode tornar essa ciência mais atrativa. Já aqueles que são mais voltados para as discussões podem ter na história da ciência um envolvimento melhor com a disciplina “exata”. Envolver o discente numa experimentação é dar-lhe oportunidade de questionar o seu conhecimento e de se colocar numa posição de não passividade durante seu processo de ensino-aprendizagem permitindo-lhe compreender o fenômeno estudado (ROSA; ROSA, 2012).

Se bem elaborada e fundamentada, a experimentação pode despertar ainda mais o interesse do aluno pela ciência, compreender sua natureza e fazê-lo enveredar numa investigação científica. Atividades experimentais desafiadoras despertam no sujeito a necessidade de encontrar soluções que respondam aos questionamentos levantados durante a execução das mesmas e, assim, construir suas hipóteses. A proposta experimental pode ser desenvolvida nas instituições públicas como também nas privadas.

É notável o quanto o ensino de física é complexo e abrange diversas áreas de ensino. Ao longo dos anos, vários estudos e pesquisas foram desenvolvidos com ênfase nas atividades investigativas no ensino de ciências, direcionados aos diversos aspectos e formas de abordagens, enfoques e finalidades (FARIA; CARNEIRO, 2020). Buscando sanar esses problemas muito estudiosos da área de ciências tem lançado mãos das aulas prática-experimentais em paralelo com as teorias como um possível caminho frutífero para aproximar os alunos da disciplina de física. As atividades experimentais podem surgir do pressuposto que ao manipular e testar hipóteses, os estudantes participam mais do processo de aquisição de conhecimento e podem compreender mais facilmente o conteúdo (PORTELA; CAMARGO, 2012)

Sendo assim, espera-se que na atividade experimental, a manipulação funcione para criar um ambiente de investigação (PEREIRA e MOREIRA, 2017; GONÇALVES et. al., 2017).

Entretanto, a mesma abordagem também é objeto dos principais desafios para uma execução efetiva, como a falta de estrutura e laboratórios bem equipados em sala de aula. Por este motivo, mesmo estando entre as mais destacadas, a experimentação no ensino de física apresenta poucos resultados de pesquisa empíricos em relação ao seu potencial em sala de aula, conforme apontam Wesendonk e Terrazan (2020)

Sendo assim, vislumbram-se duas lacunas relacionadas à utilização da experimentação no Ensino de Física, corroborando a opinião dos professores da Educação Básica. Uma delas é quantos instrumentos e propostas adaptáveis para utilizar-se na sala de aula regular (não num laboratório); e a outra se refere às propostas empíricas devidamente analisadas quanto à sua contribuição para o ensino e aprendizagem.

Nesse trabalho o objetivo geral foi o de apresentar os detalhes da construção de um instrumento a ser feito pelo professor, e que posteriormente poderá ser utilizado em outros experimentos. Para o instrumento foi escolhido um amperímetro caseiro de baixo custo e materiais reciclados.

Para averiguar a funcionalidade do amperímetro caseiro em sala de aula, foram realizadas várias tentativas de construção e aperfeiçoamento, admitindo-se diferentes hipóteses para solucionar o problema. O processo de construção do instrumento constituiu-se, por si só, um processo de investigação, assemelhando-se em muitos casos aos processos investigativos da história da ciência em que se adota a postura exploratória (STEINLE, 1997). Na construção da proposta de utilização para sala de aula, adota-se o referencial construtivista de Rosa e Rosa (2012), constituído de três etapas (pré-experimental, experimental e pós-experimental), e que assumimos mais apropriado como alternativa aos roteiros experimentais ou atividades experimentais demonstrativas. A construção do amperímetro caseiro, bem como a proposta realizada com o instrumento construído e outras sugestões que são dadas para incrementar a aula, foram todas realizadas pelo discente (autor 1) durante seu curso de graduação em Licenciatura em Física.

A participação em todas as fases do processo, da construção e estudo teórico do funcionamento do amperímetro caseiro, até a elaboração e atuação em sala de aula com a própria proposta, foram fundamentais para a formação do futuro professor. Portanto, ele pode não apenas saber dos desafios existentes e a aquisição de novas abordagens no ensino de Física, como também superar os desafios desenvolvendo novas competências e aprofundando sua prática docente.

2 ATIVIDADES COM EXPERIMENTOS NA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA

A atividade experimental possibilita que o aluno relacione os conteúdos com o seu dia a dia e passe a desenvolver o gosto pela disciplina. Segundo Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais como estratégia de ensino de Física têm sido apontadas por professores e estudantes como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.

Por outro lado, a concretização em sala de aula não deve seguir um processo metódico. Seguindo a concepção de Moreira (2006, p. 56), que defende ser preciso

ocorrer o abandono de abordagens tradicionais no ensino, as aulas experimentais de física devem romper com o modelo de ensino que valorizava a experimentação como a execução de processos fixados rigorosamente sem o estímulo do senso crítico dos alunos.

Desta forma a perspectiva construtivista para atividades experimentais considera como fundamental a participação ativa do estudante no processo de aquisição do conhecimento, contrapondo seus conhecimentos prévios às hipóteses e observações, para então revê-los.

Atividade experimental no Ensino de Física, dentro de uma visão construtivista, é um recurso didático que possibilita o processo de interação entre o conhecimento e os alunos. Quando estudantes interagem com o fenômeno físico, seu interesse pelo assunto imediatamente é despertado. O interesse em descrever a experimentação nasce naturalmente, de maneira que estudante e professor podem propor explicações que descrevam o objeto de estudo.

Rosa e Rosa (2012) abordam a necessidade de que as aulas experimentais de Física rompam com o modelo tradicional de ensino que, em sua grande maioria, estão baseadas também em um modelo de aula meramente expositiva guiada por “passo a passo” e pela mera observação do aluno. Sendo assim, faz-se necessária uma verdadeira inclusão de práticas que envolvam a perspectiva da experimentação com a visão do ensino construtivista a ser perpetuada na comunidade acadêmica e aplicada em sala de aula.

Portanto, esse trabalho propõe conduzir a organização de uma atividade experimental voltada a uma aula de eletromagnetismo em Física para alunos do Ensino Médio, sob a perspectiva construtivista seguindo a proposta didático-metodológica de Rosa e Rosa (2012) em estruturar a aula de laboratório em três etapas: pré-experimental; experimental e pós-experimental.

Como ponto de partida, o processo se deu pela capacitação do professor em construir seu próprio amperímetro para usar como instrumento de medida em sala de aula. Sendo assim essa atividade proposta busca permitir que o professor promova o envolvimento dos alunos estimule o senso crítico, a criatividade e poder analítico diante do fenômeno físico em questão estabelecendo assim a construção do conhecimento.

3 O AMPERÍMETRO: FENÔMENO E CONSTRUÇÃO

3.1 BREVE HISTÓRICO

O amperímetro funciona baseado na interação entre eletricidade e magnetismo. Ele só pôde ser pensado após 1820, após o relato de Hans Christian Oersted (1777-1851) sobre o efeito provocado por uma corrente elétrica sobre uma bússola. De início, o próprio Oersted fez considerações bem diferentes do que temos hoje. Ele supôs que o fluido elétrico percorreria externamente o fio, em espiral, e empurraria a bússola (MARTINS, 1988). Quando publicou seu relato, houve surpresa entre os demais estudiosos, pois a simetria do problema era diferente da esperada pela ação e reação newtoniana. Vários procuraram reproduzir os resultados de Oersted e confirmaram que havia a produção de um efeito magnético que movimentava a bússola, mas o sentido da deflexão poderia ter diferentes explicações. Ampère (1775-1836), por exemplo, em um trabalho apresentado em 1820 uns meses depois de Oersted, irá assumir que se tratava de atração entre correntes e que, nesse sentido, haveria

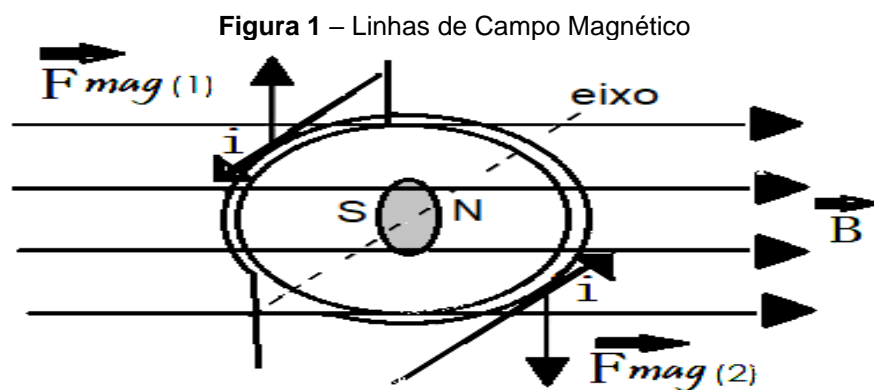
correntes no interior do ímã que eram influenciadas pela corrente que passava no fio (CHAIB; ASSIS, 2007).

Independente da causa, o efeito era reconhecido. Como parecia haver uma relação entre a intensidade da corrente e o ângulo de deflexão da bússola, o efeito poderia ser utilizado para se criar um padrão de medida de corrente elétrica, que até aquele momento não havia. Ampère aponta essa possibilidade no trabalho de 1820, mas o instrumento (galvanômetro) só será construído em 1837 por Pouillet (1790-1868), conforme afirmam Chaib e Assis (2007).

Adepto da mesma causa para o efeito de Oersted, Michael Faraday (1791-1867) realizou várias investigações buscando por um efeito contrário: seria um ímã em movimento circular capaz de produzir uma corrente elétrica? Trabalhando intensamente nessa hipótese durante a década de 1830 (DIAS; MARTINS, 2004), Faraday acabou encontrando o efeito da indução eletromagnética, que possibilitou a criação posterior de motores eletromagnéticos. Diferentemente do efeito observado por Oersted, a indução ocorre apenas quando há variação, ou seja, “liga” e “desliga”. Assim, a indução eletromagnética é gerada pela oscilação mecânica, o que foi compreendido posteriormente na conversão de energias mecânica e elétrica, e possibilitou a criação de um outro instrumento, o amperímetro².

3.2 AMPERÍMETRO CASEIRO

Na interpretação atual, o amperímetro caseiro é um aparato baseado nos conceitos básicos do eletromagnetismo. No seu funcionamento, converte energia elétrica em energia mecânica tendo por base o efeito de rotação do ponteiro, gerado pela repulsão entre dois ímãs neodímio devido a uma corrente em sua bobina. O movimento ocorre por meio das forças que atuam em um campo magnético como ilustra a Figura 1. Assume-se que o instrumento pode ser usado para medir corrente elétrica (por isso amperímetro e não galvanômetro) porque possui uma resistência interna.



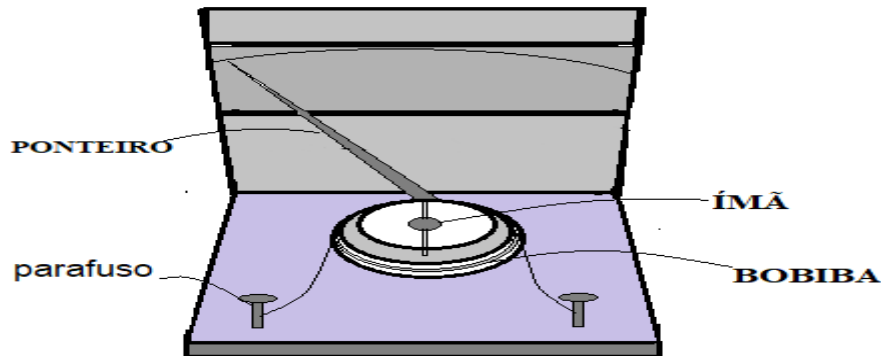
Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

A bobina, que é percorrida por uma corrente elétrica i , faz girar o ponteiro quando sofre influência de um campo magnético de indução. As forças magnéticas que agem na bobina giram o ponteiro em torno do eixo. Logo, é conveniente o uso do ímã de neodímio no aparato, pois há a possibilidade de inversão dos polos magnéticos, por meio da inversão do sentido da corrente elétrica.

² Interessante observar que o instrumento acabou ficando com o nome de Ampère, que não aceitava a mesma causa de Oersted. Mas isso é outra história.

O amperímetro caseiro que é tratado nesse artigo é constituído por uma base de madeira, com um suporte em PVC com uma bobina de fio de cobre, e possui duas extremidades raspadas por completo, onde são fixados em dois parafusos na base de madeira. O passo a passo da confecção é abordado no item 3.4.2 desse artigo

Figura 2 – Esquema do Amperímetro Caseiro



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

3.3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMENTO

No sistema, a bobina de fio de cobre é responsável por gerar um campo magnético, o qual deflete um ponteiro fixado em um eixo com dois ímãs de neodímio em seu centro. Sabe-se que isso ocorre pelo campo magnético gerado pela bateria, o que permite que a deflexão do ponteiro seja usada para medir a corrente efetiva.

Em amperímetros mais sofisticados, há diferença pela qualidade e precisão por serem fabricados por máquinas precisas que têm a função de medir escalas de amperagem. Na construção do amperímetro caseiro proposto nesse artigo, foram usados materiais reciclados, de baixo custo e fácil aquisição.

Sendo assim, a proposta principal de inserir essa atividade experimental em sala de aula é de permitir que os alunos possam refletir sobre a força magnética que age na bobina e como ocorre a transformação da energia elétrica em energia mecânica. Trazendo também a importância da etapa pré-experimental, que deve buscar fornecer conhecimento necessário para o entendimento dos alunos da interação entre campo magnético com a corrente elétrica.

Os outros conceitos que envolvem o funcionamento do amperímetro caseiro trabalhados em sala durante a etapa experimental e pós-experimental da aula são abordados no item 4 desse artigo.

3.4 MONTAGEM DO AMPERÍMETRO CASEIRO

Neste item apresentaremos o passo a passo da construção do amperímetro para que, esperamos, seja facilmente reproduzido por um(a) professor(a).

3.4.1 Material Utilizado

- 1 HD de computador antigo para retirada de ímã de neodímio;
- 1 cano PVC com diâmetro de 4 cm x 1m de comprimento;
- 2 bases Suporte de madeira 13 cm x 13 cm;
- 1 painel de madeira 13 cm x 5 cm;

- Tubo retrátil;
- Isqueiro;
- Caneta para cd preta permanente;
- 2 ímãs neodímio 1cm x 1 cm;
- 6 parafusos de rosca rápida 4 cm;
- 1 parafusos cabeça chata de rosca rápida 1 cm;
- 2 parafusos 1 cm;
- 2 garras jacaré pequenas;
- 50 cm fio de cobre coberto cor preta nº 2;
- 50 cm fio de cobre coberto cor vermelha nº 2;
- Ferro para solda;
- Solda de estanho;
- 1 palito de sorvete de madeira;
- 1 garrafa pet 2l;
- Furadeira; mini retifica;
- Serra tico tico;
- 1 rebite ref-312;
- Lixa madeira ref-100;
- Massa epóxi durepoxi loctiti;
- Adesivo instantâneo (Cola TEK 793);
- Fio de cobre nº 22 (9,5 M) para bobina.

3.4.2 Instruções de Montagem

Para facilitar a compreensão do processo de construção do aparato experimental será abordado abaixo o passo a passo da montagem de cada estrutura separadamente, finalizando, em seguida, com a montagem completa do equipamento.

3.4.2.1 Ímãs Neodímio

Para a obtenção do ímã de neodímio, retira-se de um HD usado de PC antigo. O ímã se encontra na parte interna do HD como mostram as Figuras 3 e 4.

Figura 3 – HD (Hard Disk)

Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 4 – Ímãs

Fonte: Acervo do autor (2022)

O ímã deve ser removido com chave de fenda e cortado com alicate de corte até que se obtenha o tamanho desejado de aproximadamente 1 cm x 1cm (Figura 5).

Figura 5 – Ímãs cortados

Fonte: Acervo do autor (2022)

3.4.2.2 Rebite ref-312

A parte de alumínio do rebite deve ser removida com alicate e descartada conforme as Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Rebite ref-312

Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 7 – Rebite ref-312 sem a parte de alumínio

Fonte: Acervo do autor (2022)

Os dois ímãs de neodímio devem ser posicionados no centro da haste do rebite (Figura 8) e colados com massa epóxi formando o eixo central do amperímetro (Figura 9).

Figura 8 – Ímã localizado no centro do rebite

Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 9 – Massa epóxi cobrindo ímã

Fonte: Acervo do autor (2022)

3.4.2.3 Suporte para o eixo central e bobina de cobre

O cano de PVC deve ser cortado na forma de anel com largura de 2 cm e furado nas duas extremidades centrais, sendo uma vazada do centro à borda para o encaixe do eixo conforme as Figuras 10 e 11.

Figura 10 – Anel feito com o cano de PVC

Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 11 – O anel deve ter dois encaixes para o eixo

Fonte: Acervo do autor (2022)

A outra parte do cano de PVC deve ser cortada com 50 cm de comprimento (Figura 12) e serrada de uma borda a outra. Em seguida, aquecida em fogo e com ajuda de dois alicates, aberta com uma madeira, prensando-a, a fim de deixá-la plana (Figura 13).

Figura 12 – Cano de PVC

Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 13 – Placa de PVC



Fonte: Acervo do autor (2022)

Da placa devem ser cortados dois discos com diâmetro de 5 cm, e um deve ser vazado (Figura 15) no centro com diâmetro de 4 cm.

Figura 14 – Disco



Fonte: Acervo do autor (2022)

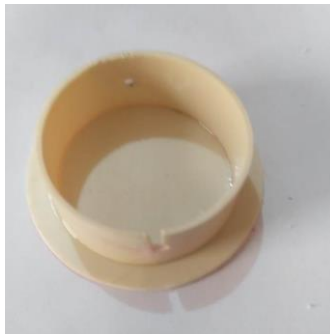
Figura 15 – Disco vazado



Fonte: Acervo do autor (2022)

O disco (Figura 14) deve ser colado com Cola TEK 793 na base do PVC (Figura 16) e o disco vazado (Figura 15) abaixo do centro do eixo, formando um carretel para a bobina de cobre (Figura 17).

Figura 16 – Suporte do eixo e bobina



Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 17 – Suporte do eixo e bobina



Fonte: Acervo do autor (2022)

3.4.2.4 Suporte da bobina e eixo central

O fio de cobre deve ser enrolado no carretel deixando duas pontas com 10 cm de comprimento (Figura 18) e raspado em suas extremidades por completo. O eixo central deve ser encaixado no suporte com uma extremidade para fora do cano de PVC para fixar o ponteiro do amperímetro (Figura 19).

Figura 18 – Suporte e eixo da bobina



Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 19 – Suporte e eixo da bobina

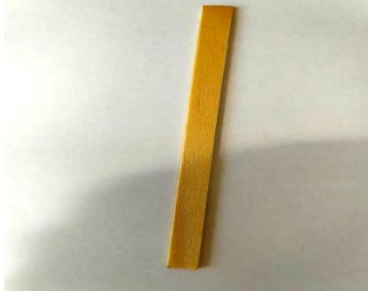


Fonte: Acervo do autor (2022)

3.4.2.5 Ponteiro e mola do eixo central

O palito de picolé deve ser moldado com tamanho de 11 cm e um furo para o eixo central na altura de 2 cm da extremidade mais larga, conforme as Figuras 20 e 21.

Figura 20 – Ponteiro



Fonte: Acervo do autor (2022)

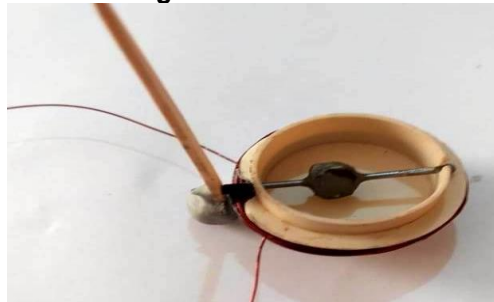
Figura 21 – Ponteiro



Fonte: Acervo do autor (2022)

O ponteiro do amperímetro deve ser colado no eixo central com Cola TEK 793 (Figura 22). Antes coloca-se o tubo retrátil com tamanho de 5mm e o aquece com isqueiro.

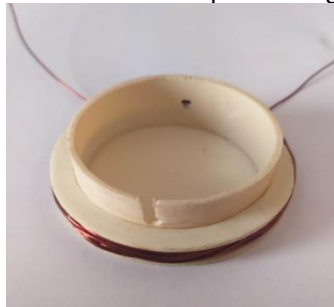
Figura 22 – Ponteiro



Fonte: Acervo do autor.

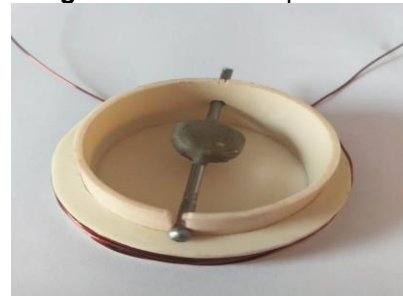
A garrafa pet deve ser cortada no centro com um corte perimetral com tesoura comum em toda sua extensão com largura de 2 mm (para formar uma mola) e em seguida colada com Cola TEK 793 e moldada com cola epóxi conforme Figuras 23 e 24.

Figura 23 – Mola de plástico rígido



Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 24 – Mola do ponteiro



Fonte: Acervo do autor (2022)

3.4.2.6 Base de madeira do amperímetro caseiro

Uma base de madeira deve ter um furo vazado de 5 cm x 2 cm a uma distância de 8 cm da borda e arredondada nas pontas com mini retifica (Figura 25). A segunda placa de madeira deve ser colada 5mm acima do furo vazado e parafusado com 2 parafusos de 4 cm na base de madeira (Figura 27). O painel deve ser colado na segunda placa 5,5 cm acima da borda vazada e parafusado com 2 parafusos de 4 cm conforme as Figuras 25, 26, 27, 28.

Figura 25 – Base de madeira e painel



Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 26 – Base de madeira e painel



Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 27 - Base de madeira e painel



Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 28 – Base de madeira e painel



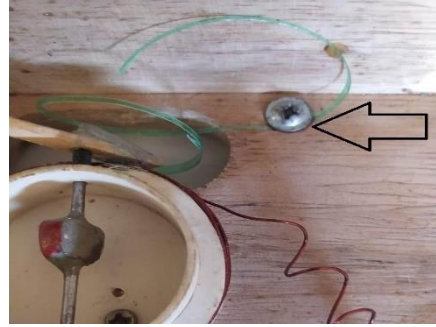
Fonte: Acervo do autor (2022)

3.4.2.7 Montagem do amperímetro caseiro

O suporte da bobina e eixo central deve ser parafusado com parafuso de 1 cm (Figura 27), a mola de garrafa pet do eixo central e presa por parafuso de rosca rápida 1 cm de cabeça chata, deve ser adequada e regulada a uma pressão favorável ao ponteiro da Figura 30.

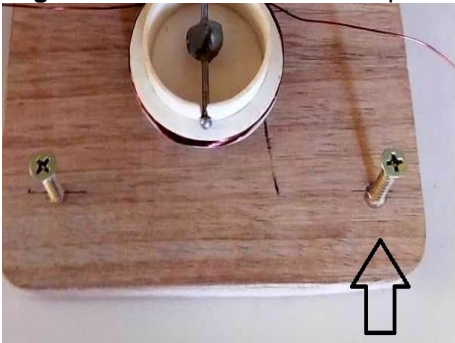
Figura 29 – Base de madeira e painel

Fonte: Acervo do autor (2022)

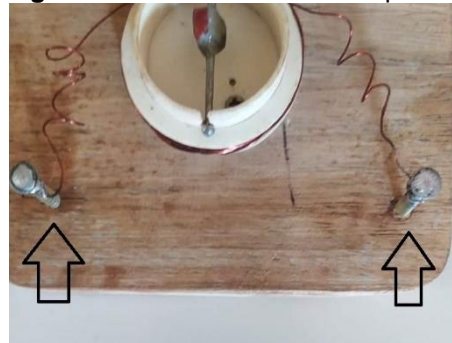
Figura 30 – Base de madeira e painel

Fonte: Acervo do autor (2022)

Na borda da base, os parafusos de rosca rápida de 4 cm devem ser fixados com distância de 2 cm e distância de 9 cm um do outro e, em seguida, as 2 extremidades do fio da bobina do amperímetro devem ser soldadas uma em cada parafuso (Figuras 31 e 32).

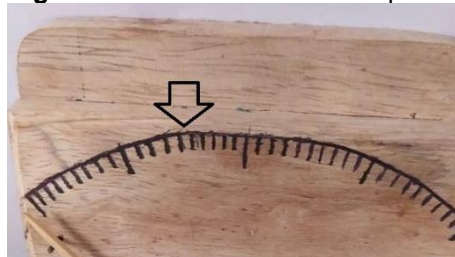
Figura 31 – Base de madeira e painel

Fonte: Acervo do autor (2022)

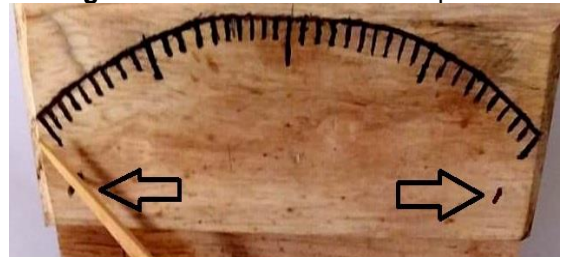
Figura 32 – Base de madeira e painel

Fonte: Acervo do autor (2022)

No painel, seguindo a trajetória do ponteiro deve ser desenhado um arco de ponta a ponta e tracejadas marcas de 3 mm de distância (Figura 33). Em seguida pregados dois pregos para estofamento nas extremidades do arco, isso para limitar a trajetória do ponteiro do amperímetro (Figura 34).

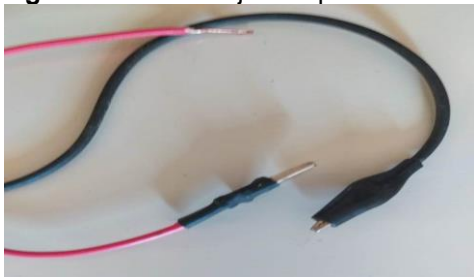
Figura 33 – Base de madeira e painel

Fonte: Acervo do autor (2022)

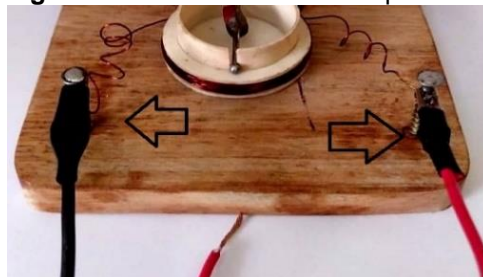
Figura 34 – Base de madeira e painel

Fonte: Acervo do autor (2022)

As garras jacaré devem ser soldadas cada uma em um fio vermelho e preto a fim de identificar a direção da corrente. Em seguida, usando o tubo retrátil em suas bordas deixando as garras expostas para serem fixadas nos parafusos de contato da bobina do amperímetro caseiro conforme Figuras 35 e 36.

Figura 35 – Garras jacaré para conexão

Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 36 – Base de madeira e painel

Fonte: Acervo do autor (2022)

Amperímetro caseiro após montagem completa.

Figura 37 – Amperímetro caseiro

Fonte: Acervo do autor.

3.5 POSSÍVEIS COMPLICAÇÕES DE USO

Ao se utilizar o amperímetro caseiro para medir correntes em circuitos, deve-se atentar para o fato de que ele possui uma resistência interna e pode influenciar no valor relativo de corrente. Além da qualidade das pilhas e baterias utilizadas, outro fator que pode dificultar as medidas são os pontos de contato, que precisam ser devidamente lixados para melhor condução.

Desde que montado corretamente, seguindo as instruções, não existirá nenhuma dificuldade em utilizar o aparelho. Depois de algum tempo de uso, devido à oxidação do parafuso de contato da bobina, o contato elétrico eficiente é impedido. Portanto, recomenda-se raspar novamente a parte do parafuso com cuidado, já que são os contatos onde ficam as garras jacaré.

4 UTILIZANDO O AMPERÍMETRO CASEIRO EM SALA DE AULA

Essa atividade experimental pode ser desenvolvida em turmas do terceiro ano do ensino de médio seguindo o referencial metodológico construtivista de orientação para aulas experimentais defendidos por Rosa e Rosa (2012). Segundo os autores, existem três momentos para esse modelo: o “pré-experimental”, o “experimental” e a “pós-experimental”. Sendo o primeiro e o terceiro momento os que mais necessitam

de um tempo de execução por envolver a atividade de aprofundamento teórico e de discussão dos resultados³.

4.1 ETAPA PRÉ-EXPERIMENTAL

Na etapa pré-experimental, há diversas formas que o professor pode utilizar para promover o conhecimento dos estudantes. É sugerido um plano de aula a partir da apresentação conceitual do tema em questão (eletromagnetismo) e situação – problema sobre o assunto. Como a experimentação tratada por esse trabalho se refere a um amperímetro caseiro, o professor pode levantar a discussão desse aparato na sociedade atualmente, e sempre permitir o espaço para o diálogo dos estudantes.

Para facilitar a exposição teórica, pode ser utilizada a apresentação de vídeos e slides. Após a discussão inicial, o professor poderá orientar uma pesquisa sobre o tema que poderá ser feita com o material didático em sala de aula ou como atividade complementar extraclasse.

Na sequência é importante que, antes da demonstração do experimento com o amperímetro, o professor levante as situações-problema para serem analisadas e discutidas pelos alunos. No caso desse trabalho, é importante que o aluno esteja nesse momento com um conhecimento introdutório sobre os efeitos de uma corrente elétrica.

A sugestão da situação-problema é a pergunta: *Qual o princípio fundamental do Eletromagnetismo para esse aparelho?*

A execução da atividade experimental virá para orientar e auxiliar o aluno na formulação dessa resposta.

4.2 ETAPA EXPERIMENTAL

A etapa experimental se refere ao momento de execução da atividade experimental propriamente dita. No caso desse trabalho, as atividades referentes ao funcionamento do amperímetro caseiro. Por meio da demonstração do amperímetro em uma aula experimental de física, os conceitos que envolvem eletromagnetismo tornam-se menos abstratos para o entendimento dos alunos.

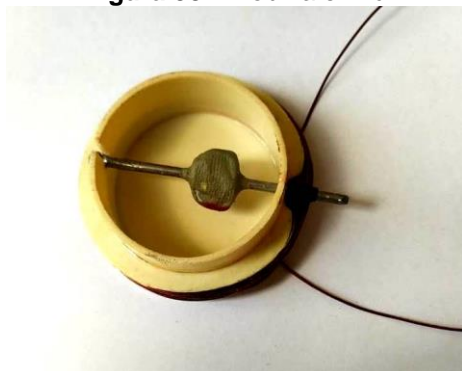
Para realização da atividade experimental é aconselhado que os alunos sejam divididos em grupos, cada grupo por vez, orientado pelo professor, deverá montar o amperímetro. Primeiro deve-se colocar a pilha ou bateria nos terminais dos fios vermelho e preto respeitando seus polos para obtenção da corrente efetiva da bateria ou pilha. É aconselhável que os estudantes descubram por tentativa e erro os polos adequados dos terminais para uma compreensão mais detalhada.

Após essa etapa o grupo é convidado a comentar a sua experiência e o que entendeu sobre o funcionamento do amperímetro caseiro. Posteriormente pode-se questionar a função do ímã de neodímio no centro do eixo do aparelho.

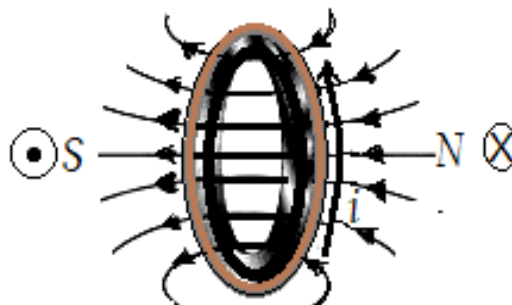
4.2.1 Considerações sobre a atividade experimental com o amperímetro

Acerca do procedimento experimental algumas observações devem ser feitas. Em primeiro lugar a bobina que acaba interferindo na corrente (Figura 38). Em segundo lugar o ímã e o campo magnético que atuam nele (Figura 39).

³ Sugerimos a leitura de Pinto et. al. (2017) como exemplo da utilização das etapas propostas por Rosa e Rosa (2012).

Figura 38 – Bobina e imã

Fonte: Acervo do autor (2022)

Figura 39 – Linhas de campo

Fonte: Acervo do autor (2022)

4.3 ETAPA PÓS EXPERIMENTAL

Após a demonstração experimental, se inicia a etapa pós-experimental. Nesse momento o professor pode iniciar uma discussão juntamente com os alunos questionando o processo de evolução e a importância do amperímetro para encontrar padrões de medidas para as propriedades elétricas e magnéticas.

Outro aspecto bastante pertinente a ser discutido em sala de aula com os alunos é a questão do porquê usamos aparelhos de medição, quais as suas utilidades no dia a dia e as possibilidades de relações positivas no trabalho de profissionais na área elétrica.

4.4 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COMPLEMENTARES

Utilizando o amperímetro podem ser abordadas em sala de aulas outras atividades que envolvem o eletromagnetismo, como as relacionadas abaixo:

1) Sentido das linhas de campo magnético: As linhas do campo magnético são sempre fechadas, elas nunca se cruzam, e quanto mais próximas estiverem, maior será a intensidade do campo magnético naquela região. Além disso, a região dos magnetos de onde saem linhas de indução é chamada de norte magnético, e a região em que essas linhas de indução imergem é conhecida como sul magnético.

2) A experiência de Oersted: Este observou que a agulha de uma bússola sofre influência de um fio percorrido por uma corrente elétrica quando posicionada próximo ao fio. Oersted observou a relação entre eletricidade e magnetismo.

O professor também pode trabalhar um pouco sobre formalizações matemáticas do conteúdo, partindo dos conceitos trabalhados, por meio da utilização das equações apresentadas no livro didático ou também, como outra opção possível, da apresentação da próxima atividade relacionada.

Outras atividades podem ser elaboradas ainda utilizando a demonstração do experimento. É proposto ao professor que levante com os grupos algumas situações-problema para serem analisadas com o uso do experimento e discutidas em sala de aula, como exemplo: *Se for retirado o imã o amperímetro funciona?*

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho parte da premissa de que a atividade experimental pode contribuir para o ensino de diversas áreas do conhecimento, estimulando os alunos a conhecerem de maneira prática os fenômenos físicos relacionados ao seu cotidiano.

Após as reflexões tecidas até aqui, pudemos sugerir que as atividades prático-experimentais no ensino de física possuem um papel importante na construção do conhecimento. Com isso, essa proposta experimental, que tinha como fins auxiliar o professor na elaboração de atividades para incitar o aluno a conhecer melhor a física, e também como suporte de busca de novos conteúdos e estratégias para incrementar o nível de conhecimento já existente, se faz válida.

Nesse sentido, buscamos superar diversos obstáculos que são apontados pelos professores, como a falta de materiais, apresentando como alternativa a construção de um amperímetro caseiro com materiais de baixo custo.

A partir do amperímetro caseiro, o docente pode, diante de seu contexto, escolher a metodologia que julgar adequada para aquele momento e assim, tornar a atividade experimental potencialmente enriquecedora e buscar pela melhoria da própria prática. Os materiais para ser utilizados na construção do experimento podem ser encontrados em lojas de eletrônicos, sucatas, nas oficinas e nas lojas de materiais de construção.

Portanto, o que é de grande importância aqui, foi o envolvimento do professor na construção do amperímetro e sua abordagem dos conteúdos em sala de aula, o que certamente contribuiu com sua formação e sua capacidade de superar os desafios que se apresentam na docência de física.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S.; ABIB, M. L. Atividades experimentais no ensino da Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176–194, jun. 2003.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CHAIB, J.P.M.D.C.; ASSIS, A. K.T. Sobre os efeitos das correntes elétricas– Tradução comentada da primeira obra de Ampère sobre eletrodinâmica. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 5, n. 1, p. 85-102, 2007.

DIAS, V. S.; MARTINS, R. A. Michael Faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004.

FARIA, F. P.; CARNEIRO, M. C. O papel da experimentação na história do ensino de Física no Brasil. **Debates em Educação**, v. 12, n. 26, p. 36-51, 2020.

GONÇALVES, R. N. S.; ANDRADE, J. E.; OLIVEIRA, R. A. P. A aprendizagem através de experimentos no Ensino de Física. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017.

HALLIDAY D., RESNICK R., MERRILL J. **Fundamentos de Física**: volume 3. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2009.

HEERING, P. Educating and Entertaining: using Enlightenment experiments for teaching training. In: Heering, P.; Osewold, D. (orgs.). **Constructing scientific understanding through contextual teaching**. Berlim: Frank & Timme, 2007. p. 65-81.

MARTINS, R. A. Contribuição do conhecimento histórico ao ensino do eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 5, n. especial, p. 49-57, 1988.

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

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C.A. Atividades práticas experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, 2017.

PINTO, J. A. F.; SILVA, A. P. B.; FERREIRA, E. J. B. Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 176-196, 2017.

PORTELA, A. B.; CAMARGO, S. O que dizem os principais eventos da área de ensino de física com relação às atividades experimentais. **Revista Ciência em Tela**, v. 5, n. 1, 2012.

ROBILOTTA, M. R. O Cinza, o Branco e o Preto—da relevância da História da Ciência no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 5, n. especial, p. 7-22, 1988.

ROSA, C. T. W. ROSA A. B. Aulas experimentais na perspectiva construtivista: Proposta de organização do roteiro para aulas de Física. **Revista Física na Escola**, v. 13, n. 1. 2012.

STEINLE, F. Entering new fields: Exploratory uses of experimentation. **Philosophy of science**, v. 64, n. S4, p. S65-S74, 1997.

WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A. Condições acadêmico-profissionais para a utilização de experimentações por professores de Física do Ensino Médio. **Revista ENCITEC**, v. 10, n. 1, p. 39-55, 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por sua grandeza presente na minha vida, sua força e bondade me fizeram seguir adiante mesmo em meio as dificuldades;

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Ana Paula Bispo, pelo empenho, dedicação, e oportunidade de aprendizado. Sua paciência, sabedoria e confiança foram essenciais para realização deste trabalho;

Ao Departamento de Física da Universidade Estadual da Paraíba;

Agradeço aos meus pais pelo amor, dedicação, cumplicidade e apoio sempre me incentivando nas horas de dificuldades, com eles aprendi a nunca desistir;

Agradeço aos meus irmãos por sempre incentivar;

Agradeço a minha avó *in memoria*;

Agradeço a minha esposa por seu amor e incentivo em todos os dias que precisei;

Agradeço aos meus amigos por me ajudar nessa caminhada;

Enfim, agradeço a todos que deram sua parcela de contribuição seja diretamente ou indiretamente.