

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física
Polo Catalão - UFG



EXPERIMENTOS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS: SUGESTÃO PARA DINAMIZAR A APRENDIZAGEM DE ELETROMAGNETISMO

Luciano Dias Dos Santos Guedes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação na Universidade Federal de Goiás - Polo Catalão 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:

Paulo Alexandre de Castro

Catalão-GO

Fevereiro / 2017

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Nome completo do autor: Luciano Dias Dos Santos Guedes

Título do trabalho: Experimentos com Materiais Alternativos: Sugestão para Dinamizar a Aprendizagem de Eletromagnetismo

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento **SIM** **NÃO**¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do (a) autor (a)

Data: 05/03/2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Guedes, Luciano Dias dos Santos

experimentos com materiais alternativos: sugestão para
dinamizar a aprendizagem de eletromagnetismo [manuscrito] /

Luciano Dias dos Santos Guedes

X, 82 f.: il.; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro. Dissertação

(Mestrado) - Universidade Federal de Goiás,

Unidade Acadêmica Especial de Física e Química, Catalão, Catalão,

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Catalão, 2017.

Referências Bibliográficas: f. 80-82 Inclui

fotografias, lista de figuras

1. Uso de Experimentos feito de materiais de baixo custo e
alternativos, 2. Integração teoria-prática, 3. Ensino Aprendizagem,
4. Produto Educacional. I. de Castro, Paulo Alexandre, orient. II. Dr.



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física



Relatório de Defesa de Dissertação
Candidato: Luciano Dias dos Santos

Aos 16/02/2017 às 16:00 horas, realizou-se na Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão a Defesa de Dissertação de Mestrado sob o título: **Uso de Experimentos de Materiais de Baixo Custo e Alternativos: Uma sugestão para dinamizar o Ensino de Eletromagnetismo no Ensino Médio** pelo candidato: **Luciano Dias dos Santos**. Ao final dos trabalhos a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

Participantes da Banca:	Função	Instituição
Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro	Presidente	UFG
Prof. Dr. Mauro Antonio Andreata	Titular	UFG
Prof. Dr. Marcos Fernandes Sobrinho	Titular	IFQ
Prof. Dr. Alessandro Carneiro	Titular	UFG

Resultado Final: APROVADO

Parecer da Comissão Julgadora:

APROVADO POR UNANIMIDADE, CONTUDO SOLICITA-SE QUE SEJA FEITA A REVISÃO DO TEXTO, ATENDENDO OS APONTAMENTOS DA BANCA.

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar eu Milana Jacob da Silva representante do Programa de Pós Graduação em Ensino de Física lavrei o presente relatório que será assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.

Paulo A. de Castro
Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro

Mauro A Andreata
Prof. Dr. Mauro Antonio Andreata

Marcos F. Sobrinho
Prof. Dr. Marcos Fernandes Sobrinho

Alessandro Carneiro
Prof. Dr. Alessandro Carneiro

Milana Jacob da Silva
Representante do PPG Milana Jacob da Silva

() Não houve alteração no título.

(X) Houve. O novo título passa a ser:

Experimentos com Materiais Alternativos: Sugestão para dinamizar a aprendizagem de Eletromagnetismo.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Universidade Federal de Goiás
Regional Catalão – Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor Universitário – CEP: 75.704-020
Fone: (64) 3441-5393

Dedico este trabalho a todos que torceram por mim, minha mãe, esposa, amigos e alunos e principalmente ao meu paciente orientador Prof. Paulo Alexandre de Castro.

AGRADECIMENTOS

Muito agradeço,

Ao meu orientador professor Paulo Alexandre de Castro, pela sua dedicação, paciência, pela sua orientação precisa, pela confiança que sempre imprimiu às nossas conversas, por ter me viabilizado escolher os meus próprios caminhos e neles ter trilhado comigo, de mãos dadas; para mim, um exemplo de dignidade e retidão de caráter;

Ao meu amigo e colega do mestrado, Professor Mestre Douglass Xavier de Andrade, por sua amizade e ajuda nas orientações acerca da escrita dessa dissertação, sem você isso não seria possível.

À minha amiga e companheira de trabalho, Professora Mestra Maria Conceição Barbosa Donencio por sua incrível paciência na revisão e correção dos textos que compõem essa dissertação.

À minha esposa Nathany Ribeiro Lima dos Santos por sempre me apoiar e colaborar com ideias para o meu projeto e confecção dos experimentos.

ACAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante todo o período de realização desse mestrado e à SBF (Sociedade Brasileira de Física) pelo suporte e gestão do MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física).

Resumo

EXPERIMENTOS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS: SUGESTÃO PARA DINAMIZAR A APRENDIZAGEM DE ELETROMAGNETISMO

Luciano Dias Dos Santos Guedes Orientador: Prof. Paulo Alexandre de Castro

A proposta de trabalho dessa dissertação consistiu em utilizar experimentos de eletromagnetismo feitos com materiais alternativos, ao longo de aulas expositivas, com o intuito de promover a integração teórico-prática visando à melhoria da aprendizagem dos conteúdos, por partados alunos. Para tanto, foi construído um manual com quatro atividades experimentais, contendo textos sobre os fundamentos teóricos de cada atividade experimental e orientações sobre os procedimentos de construção e realização dos experimentos, bem como algumas questões a serem respondidas pelos utilizadores, ao longo da execução das atividades, dentro da perspectiva de promoção da integração teórico-prática. O trabalho foi realizado com duas turmas da terceira série do ensino médio de um Colégio, na cidade de Trindade, GO, sendo uma composta por 22 alunos e a outra por 24. O estudo foi implementado durante o primeiro semestre de 2016. A metodologia de tomada de dados incorporou observação participativa, avaliações escritas tradicionais, ao longo do semestre, e um questionário de opinião de escolhas múltiplas. O produto educacional, na forma de manual de experimentos, foi produzido como decorrência deste trabalho, encontra-se disponível aos professores interessados, com intuito de auxiliá-los em suas práticas pedagógicas. Entre os resultados obtidos, o mais impactante foi o de que todos os alunos, que participaram das atividades, afirmaram que os experimentos os ajudaram a melhorar a compreensão dos conceitos científicostrabalhados.

Palavras-chave: Ensino de Física, Experimentos de Eletromagnetismo, Articulação teórico-prática.

Abstract

EXPERIMENTS WITH ALTERNATIVE MATERIALS: SUGGESTION TO DINAMIC THE ELECTROMAGNETISM APPRENTICESHIP

Luciano Dias Dos Santos Guedes

Advisor: Dr. Paulo Alexandre de Castro

The job's proposal of this dissertation consist in use experiments of electromagnetism made with alternative materials, along of exposed classes, with the intention of promote the integration theoretical-practice seeking the advance of apprenticeship of the contents, by part of the students. Therefore, it was built a manual with four experimental activities, for contain texts about the theoretical basis of each experimental activity and orientations about the building's proceedings and accomplishment of experiments, as some questions to be answered by people who make use of, at the long of execution of the activities, in the perspective of integration's promotion theoretical-practice. This job was realized with two classes of third year of the second grade in a School, in town Trindade-Go, it had been one class with twenty-two students and other with twenty-four. The present study was implemented during the first semester of 2016. The methodology of the data incorporated communicate's observations, traditional written tests, at the long of the semester, and a questionnaire of opinions by multiple choices. The educational's product, in the form of experiments' manual, it was produced as originate from this job, it can find ready for use by the teachers who are interested, with intention to help in the pedagogy's practices. Among the gain results, the most impacted was all the students who participated in the activities, agreed with the experiments helped them to be better in the comprehension of the scientific's ideas who were worked.

Keywords: Physics teaching, Electromagnetism's experiments, Theoretical-practice articulation.

Sumário

Introdução	13
Capítulo 1 – Fundamentação Teórica	17
1.1 - Tipos de laboratório didático.....	18
1.1.1 - O laboratório tradicional.....	18
1.1.2 - O laboratório de demonstração	19
1.1.3 - O laboratório de projeto ou laboratório aberto	19
1.1.4 - Laboratório divergente	20
1.1.5 - Laboratório biblioteca	21
1.2 - O uso laboratório tradicional como objetivo central de docência.....	21
1.3 - As atividades de demonstração como uma saída alternativa	23
1.4 - A utilização de materiais alternativos e de baixo custo na confecção de experimentos	24
1.5 - Considerações.....	25
Capítulo 2 – O Desenvolvimento do Produto Educacional	27
2.1 - O Seu Contexto	28
2.2 - O Produto Educacional	29
2.2.1 - Plano de Aula: Campo Magnético – Linhas de Campo	30
2.2.2 - Plano de Aula: Experimento de Hans Christian Oersted.....	32
2.2.3 - Plano de aula: Força sobre um Condutor dentro de um Campo Magnético	33
2.2.4 - Plano de aula: Experimento de Indução de Faraday	34
2.2.5 - Textos-Guia de Apoio para as Atividades Experimentais	36
2.3 - Considerações.....	49
Capítulo 3 - Metodologia	51
3.1 - Caminhos da Investigação	51
3.2 - Sobre os Sujeitos e o Local de Realização do Estudo	55
3.3 - Sobre as Aulas	56

3.4 - Sobre a Coleta de Dados	57
3.5 - Considerações.....	59
Capítulo 4 - Análise e Interpretação dos Dados	61
ANÁLISE DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	61
ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO.....	71
4.1 - Considerações.....	74
Capítulo 5 – Retrospectiva, Desafios e Perspectivas.....	75
5.1 - Dificuldades e Desafios	75
5.1.1 - A escolha do tema (experimentos de eletromagnetismo)	75
5.1.2 - A criação do roteiro experimental	76
5.1.3 - Ocorrências durante a implementação das atividades experimentais	76
5.2 - Potencialidades	76
5.2.1 – Aspectos relevantes observados na realização das atividades experimentais	76
5.2.2 - As potencialidades da criação e utilização de experimentos durante as aulas	77
5.2.3 - O entendimento dos alunos acerca dos fenômenos eletromagnéticos	77
Considerações Finais.....	79
Referências	80

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Materiais utilizados.	31
Figura 2.2 - Bateria de 9V.	33
Figura 2.3 - Bússola.	33
Figura 2.4 - Fio Fino.	33
Figura 2.5 - Eletroímã em funcionamento.	33
Figura 2.6 - Diodo soldado entre a fonte.	34
Figura 2.7 – Diodo.	34
Figura 2.8 - Fio fino.	34
Figura 2.9 - Ímã em barra.	34
Figura 2.10 - Circuito pronto.	36
Figura 2.11 - Bússola na presença de um ímã.	37
Figura 2.12 - Direção do campo magnético.	38
Figura 2.13 - Configurações tridimensionais do campo magnético produzido por um ímã em barra.	40
Figura 2.14 - Experimento de Oersted.	41
Figura 2.15 - Fio percorrido por uma corrente.	43
Figura 2.16 - Regra da mão direita.	44
Figura 2.17 - Fluxo magnético.	47
Figura 4.1 - Execução do experimento de campo magnético 3D – Turma A.	62
Figura 4.2 - Execução do experimento de campo magnético 3D – Turma B.	63
Figura 4.3 - Condutor no cavalete (vista A).	66
Figura 4.4 - Condutor no cavalete (vista B).	66
Figura 4.5 - Experimento de indução magnética (LED ligado).	68
Figura 4.6 - Experimento de indução magnética (LED desligado).	68
Figura 4.7 - Experimento de Faraday (foto 1).	69
Figura 4.8 - Experimento de Faraday (foto 2).	69
Figura 4.9 - Experimento de Faraday (foto 3).	70

Introdução

Ensinar, em qualquer área do conhecimento, sempre foi um desafio. Entretanto, o ensino-aprendizagem das ciências é o que apresenta maior dificuldade e, a cada ano, torna-se mais difícil devido à quantidade de informação e a maneira como essa informação chega ao aluno. A *Internet* facilitou a vida dos alunos e isso, de certa forma, dificultou o trabalho do professor, pois com ela vieram as inúmeras distrações (as redes sociais como o *Facebook*, o *WhatsApp* e vários outros aplicativos) que desviam a atenção do aluno com esses recursos cada vez mais disponíveis.

Acreditamos que tornar as aulas mais atrativas seja uma das saídas para essa problemática, mas surge um dilema: como tornar isso possível; ou como contribuir com a diminuição desse tipo de problema?

Criar/lecionar aulas mais dinâmicas, nas quais os alunos podem participar do processo, talvez seja resposta a essa pergunta. E para avançarmos na direção desse dinamismo, a realização de experimentos, durante as aulas, pode se tornar uma metodologia mais eficaz.

Para o planejamento de uma aula mais dinâmica, na tentativa de fazer do aluno um agente no processo ensino-aprendizagem, no espaço escolar, vários aspectos precisam ser levados em consideração, entre os quais destacamos as aceleradas inovações tecnológicas com as quais eles convivem. Desvincular a escola, ou mesmo a educação, desses instrumentos é ir contra tudo que uma educação de qualidade pretende oferecer aos alunos, em tempos atuais.

Para Libâneo et al. (2001, p. 10):

Diante dessas exigências, a escola precisa oferecer serviços de qualidade e um produto de qualidade, de modo que os alunos que passem por ela ganhem melhores e mais efetivas condições de exercício da liberdade política e intelectual. É este o desafio que se põe à educação escolar neste final de século.

Quando o assunto é motivação, surge outro agravante, os alunos, em geral, têm uma dificuldade imensa em entender a Ciência, seja ela Química, Física e até mesmo Matemática. Tudo parece muito complexo, em que quase nada é conhecido e tudo parece inacreditável, mágico, isso porque exige um certo nível de abstração. Segundo Angotti et al. (2009), é necessário romper com o senso comum pedagógico que prevalece na educação básica que é caracterizado, por exemplo, pelo exaustivo uso de fórmulas, de tabelas e gráficos desarticulados, pouco contextualizados e quase sempre sem correlação

com a realidade do aluno.

Diante desta realidade, de acordo com Borges (2002), a qualidade do ensino se torna questionável e o papel da escola, na formação do educando, fica comprometido. Desta forma, discussões sobre o tema são empreendidas e reformas são propostas, todavia, tais reformas, muitas vezes, não produzem os resultados esperados, entre outros motivos, devido à grande distância entre teoria e prática. Desta afirmação também comungam Angotti et al. (2009) e, segundo esses autores, é preciso uma inter-relação entre as pesquisas na área de ensino de Física e a sala de aula, pois a disseminação dos resultados entre os diversos pesquisadores tem sido considerada satisfatória, dado o número de congressos, de revistas para publicação e de referências mútuas utilizadas. No entanto, a aproximação, a reconstrução e o debate sistemático dos resultados de pesquisa na sala de aula e na prática docente dos professores dos três níveis são sofríveis (p.40).

Apontado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, 1996) para a necessidade de uma reforma em todos os níveis educacionais, que se inspira, em parte, nas atuais transformações por que passa a sociedade. Isso é mais evidente nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), que transpassam os pressupostos éticos, estéticos, políticos e pedagógicos daquela lei sendo, portanto, obrigatórias.

Desde sempre houve complexos questionamentos envolvendo ciência e tecnologia que desafiavam a sociedade e, atualmente, essa realidade não mudou. Mesmo assim, a educação na área científica, que tem sido oferecida em nossas escolas, vem mostrando-se insuficiente, se não inadequado para que nossos alunos saibam lidar com essas questões (CASTRO, 2002). Essa mesma educação também vem se mostrando desmotivadora aos alunos a se interessarem por ciências e os efeitos disso têm sido catastróficos. Os educandos estão saindo dos estabelecimentos de ensino com baixíssimo conhecimento científico, conseqüentemente, não dão conta de fazer conexões entre os conceitos mais importantes da ciência com concepções não científicas do funcionamento do mundo que os cerca, saem acríticos e sem competência de aplicar o conhecimento em novas circunstâncias (PISA,2001).

Esta realidade evidencia uma necessidade de procurar novas maneiras de ensinar ciências. Os educadores, dessas disciplinas, devem, portanto, adotar novos modos de educar que devem ir de encontro as novas demandas desse ensino (YAGER, 1991).

Ao abordar o modo como trabalhar corretamente a Física, nas escolas, inevitavelmente surge, entre outras, a questão do enfoque experimental, cuja importância é reconhecida por professores e alunos (AXT et al,1996).

Usar atividades experimentais como estratégia para o ensino de física tem sido apontado por todos os participantes desse processo, professores e alunos, como uma das maneiras mais frutífera de se minimizar as dificuldades de aprender e de ensinar a física de modo significativo e conseqüentemente mais durador, até mesmo de aproximar conhecimento científico de sua vivência escolar. Nesse sentido, no campo das investigações nessa área, pesquisadores têm apontado em literatura nacional recente a importância das atividades experimentais (MORAES, 2000).

Quanto ao papel da educação em ciência, Thomaz (2000, p 365), ressalta que se deve ter em vista a formação de “cidadãos capazes de participar plenamente nas decisões inerentes a uma sociedade tecnologicamente avançada, criar futuros especialistas e estimular o desenvolvimento intelectual e moral de todos os cidadãos.”. Partindo deste princípio, o trabalho experimental, segundo a autora, tem como objetivo primordial o desenvolvimento individual e intelectual do estudante.

Um grande número de autores faz menção ao uso de experimentos para que o ensino seja mais significativo. Séré et al. (2003), falam da importância das atividades experimentais, quando estas permitem relacionar os conceitos e as linguagens da ciência com o mundo empírico, além de possibilitarem ações de controle do fenômeno em estudo, técnicas de investigação, autonomia na manipulação, equipamentos e a análise crítica dos resultados obtidos. Neste processo, portanto, a participação do aluno é fundamental para o sucesso das práticas experimentais.

O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos, se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento. “[...] Pode-se assim dizer que por meio de atividades experimentais o aluno consegue mais facilmente ser ator na construção da ciência” (SERÉ et al., 2003 p. 40).

Portanto, é evidente a importância das atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, surge outro fator que dificulta a sua aplicação: qual o tipo/foco de atividade experimental a ser adotado visando essa aprendizagem. Com o intuito de esclarecer esse problema e o uso de experimentação como foco de ensino e motivação, este trabalho tem objetivo principal mostrar o desenvolvimento do produto educacional produzido, na forma de um manual contendo experimentos com materiais alternativos e/ou baixo custo, de atividades experimentais relacionadas ao ensino de Eletromagnetismo para o terceiro ano do ensino médio.

Para o desenvolvimento deste trabalho, no Capítulo 1, será apresentada uma breve

fundamentação sobre o uso de atividades experimentais no ensino de Física.

Na sequência, no Capítulo 2, será realizado um relato dos procedimentos de elaboração e aplicação do produto educacional desenvolvido nesse trabalho, que é o desenvolvimento de um manual contendo experimentos com materiais alternativos e/ou baixo custo, com enfoque nas atividades experimentais relacionadas ao ensino de Eletromagnetismo, ministrados no 3º ano do ensino médio.

O Capítulo 3 será mostrada a metodologia empregada na pesquisa, no Capítulo 4 mostrará um detalhamento das atividades elaboradas e aplicadas, as análises da participação dos estudantes nessas atividades e a eficácia das mesmas nos resultados dos alunos mediante as avaliações bimestrais da escola em que tais experimentos aconteceram durante o ano de 2015.

Por último, no Capítulo 5, serão feitas as considerações finais, as quais mostrarão os resultados/conclusões obtidos após a análise dos dados.

Capítulo 1 – Fundamentação Teórica

Ao longo de sete anos, como professor de Física, foi possível perceber que o uso de experimentos, mesmo que simples, motivam e instigam os alunos a maior participação nas aulas, seja fazendo perguntas ou compartilhando suas vivências. Dessa forma, o uso de experimentos torna as aulas mais interessantes uma vez que chamam a atenção do aluno para o conteúdo apresentado e desenvolvido em sala de aula. Uma das razões para a eficácia desta metodologia, talvez seja porque os experimentos tornam mais concretos e palpáveis os conceitos físicos abordados que, por vezes, são abstratos, transformando-os em conteúdos mais compreensíveis e agradáveis. Essa dinâmica é ressaltada pelos autores Araújo e Abib (2003, p. 176), ao afirmar que “as atividades experimentais são consideradas, por professores e alunos, como uma das estratégias mais eficazes para se aprender e ensinar Física de modo significativo e consistente”.

Quando surge a oportunidade ou a necessidade da realização de atividades envolvendo experimentos, entram em questão os laboratórios que, muitas vezes, são peças-chave na preparação e realização dos experimentos. Contudo, nem sempre é possível levar os alunos aos laboratórios, visto que em muitos casos, as escolas não os têm, tampouco possuem espaço físico, ainda que temporário ou precário, que possa ser utilizado para a realização de experimentos, seja de física ou de química. Além da falta de espaço físico existem outros obstáculos para a existência de um laboratório, a saber: a falta de verba e de capacitação por parte dos professores.

No entanto, existem várias modalidades de laboratórios, dependendo da realidade de cada escola, que vêm para contornar alguns dos obstáculos listados acima, por isso, é importante entender os tipos de laboratórios que existem e suas respectivas indicações, para o uso em sala de aula. Sendo assim, neste capítulo será apresentada e discutida uma breve fundamentação acerca dos tipos de laboratório didático, com foco em dois tipos específicos: o **laboratório tradicional**, mostrando suas limitações para, depois, justificar o uso do segundo tipo que é o **laboratório de demonstração**. Junto a este, será feita também uma demonstração e utilização de materiais de baixo custo/reutilizados, na confecção de experimentos para este tipo.

1.1 - Tipos de laboratório didático

Alves Filho (2000a) realizou um estudo analítico sobre os laboratórios didáticos de física e, para isso, fez uso de três fontes: livros-texto didáticos até 1950; projetos de ensino de física estrangeiros e nacionais; investigações apresentadas nos Simpósios de Ensino de Física-SNEF; e nos Encontros de Pesquisadores de Ensino de Física-EPEF. Com esse estudo, o autor procurou caracterizar a concepção predominante desses vários tipos de laboratórios, chegando à conclusão de que a denominação do laboratório didático¹, nas diferentes propostas, está de acordo com as adotadas, originalmente, por estudiosos em ensino de ciências, tais como: Soares (1977), Ferreira (1978), Pimentel (1979), Watanabe (1980), Saad (1983) e Pinho Alves (1988), entre outros.

Essas propostas são apresentadas mais à frente, que são: o laboratório tradicional; o laboratório de demonstração; laboratório de projetos; o laboratório divergente e o laboratório biblioteca. Ainda assim, Alves Filho (2000a) ressalta que algumas propostas podem não ter sentido ou se mostram com uma denominação um tanto quanto artificial, e a consequência disso é o uso incorreto de sua função, ou seja, o professor pode estar usando um tipo de laboratório pensando que é outro.

Nesse estudo foram identificadas cinco propostas básicas no que diz respeito aos laboratórios didáticos, a saber: 1) Laboratório Tradicional; 2) Laboratório de Demonstração; 3) Laboratório de Projetos; 4) Laboratório Divergente; 5) Laboratório biblioteca. A seguir são apresentadas suas definições e objetivos.

1.1.1 - O laboratório tradicional

O laboratório tradicional é o tipo mais utilizado, tanto nas escolas quanto nas universidades. Nesse tipo de laboratório, quem manipula os equipamentos e dispositivos experimentais é o próprio aluno. As atividades experimentais, geralmente, são acompanhadas por um roteiro bem estruturado e organizado para guiar o experimentador/aluno. Mesmo o aluno deixando de ser um mero espectador e se tornando o agente ativo nesse tipo de experimento, a liberdade de suas ações é bem delimitada, isto é, ele fica preso, principalmente, pelas restrições estabelecidas no roteiro/guia, impossibilitando a modificação da montagem experimental. Com isso, o experimento tem muito pouco a contribuir no desenvolvimento científico do aluno.

Alves Filho (2000a, p. 177) aponta outra característica comum, o relatório

¹Maiores detalhes sobre laboratórios didáticos: tipos e metodologias podem ser encontrados em “Atividades experimentais: do método à prática construtivista”; Alves Filho (2000, p.64).

experimental que é o “ápice” do processo. Tudo é dirigido para a tomada dos dados, elaboração de gráficos, análise dos resultados e comentários sobre “erros experimentais”.

Ainda sobre o laboratório tradicional, quase sempre, os alunos se organizam em grupos reduzidos e seguem as indicações inscritas em um roteiro. A prática da atividade tem como objetivo verificar e testar leis das ciências, ilustrar ideias e conceitos vistos nos conteúdos abordados em sala aula, (re)descobrir ou (re)formular uma lei acerca de um fenômeno específico, materializar e vivenciar o que acontece na teoria e até mesmo aprender a manusear algum instrumento ou técnica de laboratório específico. Outro fator que contribui para o uso desse tipo de laboratório é ele ser bem estruturado, roteirizado, o que facilita a preparação de experimentos.

1.1.2 - O laboratório de demonstração

Um laboratório de demonstração que, por vezes, é conhecido como experiência de cátedra, se caracteriza pelo papel predominante do professor, cabendo ao aluno o papel apenas de observador. Sua função essencial é a demonstração de assuntos e conteúdos ensinados em sala de aula. O laboratório de demonstração tem também a função de complementar o conteúdo tratado na aula, facilitando a compreensão, tornando o conteúdo agradável e interessante e, sempre que possível, tornando o conteúdo de algumas teorias mais palpável e menos abstrato.

De forma pragmática, esse tipo de laboratório auxilia o aluno a desenvolver habilidades de crítica e de observação. Um fator que reforça a importância da utilização desse tipo de experimento é que, na maioria dos casos, eles não dependem de um espaço físico muito grande e tampouco de um roteiro guia limitante. Contudo, Ferreira (1978) acredita que esse tipo de experimento seja mais motivador para aqueles que as realizam, que são os professores, do que para os observadores, que são os alunos.

1.1.3 - O laboratório de projeto ou laboratório aberto

Alves Filho (2000) defende que esse tipo de laboratório “tem como objetivo um ensaio experimental novo que, em última instância, oportunizaria um relatório experimental próximo a um artigo a ser publicado” (ALVES FILHO, 2000, p.72). O autor ressalta ainda que é preciso o aluno já ter alguma familiaridade com os equipamentos e procedimentos mais comuns do laboratório, ou seja, uma diferença nítida desse para os outros tipos de laboratório é que o aluno não é um simples executor do

experimento, e isso exige que ele já tenha uma bagagem experimental. Esse tipo de laboratório busca, principalmente, preparar o indivíduo para uma futura profissão a qual exige tais habilidades, como a de Físico, engenheiro, químico, etc.

O laboratório de projeto seguindo a proposta de Ferreira (1978, p. 22), permite ao estudante a participação quase autônoma na execução do trabalho experimental. O próprio estudante organiza um cronograma de trabalho de acordo com sua disponibilidade de tempo, de material e supervisão de um professor ou monitor.

Apesar deste tipo de laboratório apresentar ampla liberdade de ação para o estudante, devido à infraestrutura sofisticada, requer certo grau de recursos financeiros, além de, geralmente ser oferecido nos últimos anos do curso de graduação (Ensino Superior), pois exige que os alunos tenham certa familiaridade com execução de experimento.

1.1.4 - Laboratório divergente

Um laboratório divergente foi uma proposta que veio de encontro ao laboratório tradicional (ou convencional), e não apresenta a organização rígida do laboratório tradicional. O foco deste laboratório não é a verificação ou a simples comprovação de leis ou conceitos explorados com exaustão no laboratório tradicional. No laboratório divergente “os alunos desenvolvem as atividades contidas em um cronograma preestabelecido pelo professor e de acordo com suas habilidades, podem escolher um assunto de seu interesse para aprofundamento” (ALVES FILHO, 2000a, p. 177). Os experimentos desse tipo de laboratório têm duas etapas ou momentos.

A primeira é a de “exercícios”, na qual os estudantes devem realizar algumas etapas que são comuns a todos os participantes da classe, prevê detalhadamente a descrição de experimento a serem realizadas, dos procedimentos a serem adotados, as medições a serem feitas e o funcionamento dos instrumentos de medida, objetivando a familiarização do aluno com os equipamentos e as técnicas de medida, bem como o treino e familiarização, objetivando seu preparo para a próxima fase. A segunda etapa, chamada de “experimentação” é quando o aluno decide qual atividade ele irá fazer, quais objetivos quer alcançar, quais hipóteses ele testará e qual(is) procedimento(s) adotará para realizar as medidas.

Logo em seguida, após a construção do planejamento, o estudante realizará uma discussão com o docente, com o a intenção de fazer possíveis correções e, principalmente, de assegurar que a atividade possa ser realizada com os materiais disponível e cumprindo

o prazo estipulado. Em resumo, o laboratório divergente, visa, inicialmente, habilitar o aluno para o manuseio de instrumentos, capacidade de planejamento e aplicação de técnicas experimentais, preparando-o para uma segunda fase em que ele se encarregará de decidir qual atividade realizará, elaborar e testar hipóteses, montar o experimento e definir as variáveis.

1.1.5 - Laboratório biblioteca

Proposto por Oppenheimer e Correl (1964), um laboratório biblioteca, como o próprio nome sugere, os experimentos ficam à disposição do aluno da mesma forma que os livros em uma estante de uma biblioteca. A principal diferença em relação às outras modalidades de laboratório é que neste os experimentos são de rápida e fácil execução, pois, eles ficam, permanentemente, montados para que os alunos possam acessá-los. O material oferecido tem como característica o fácil manuseio e, portanto, o aluno pode realizar vários experimentos no período reservado para a aula de laboratório, mesmo que este seja curto.

O laboratório biblioteca não é muito diferente do tradicional. O que muda é a quantidade de medidas realizadas, os dados retirados e os gráficos pedidos, para esse tipo de laboratório, que são menores. O roteiro é bem parecido com o tradicional, é bem estruturado e quase nada flexível, somente a quantidade de registro pedido é menor, até porque a quantidade de medidas feitas, também é menor.

1.2 - O uso laboratório tradicional como objetivo central de docência

Como mostrado, anteriormente, existem vários tipos de laboratórios e todos têm suas funcionalidades e fragilidades. Como professor de física e ex-aluno do curso de licenciatura de física, tenho verificado que os tipos de laboratórios mais utilizados, nas escolas e colégios em geral, são os tradicionais e os de demonstrações.

Vale destacar que o uso dos laboratórios é mais importante para o ensino das Ciências do que o tipo de laboratório propriamente dito, uma vez que “A física sempre esteve ligada aos procedimentos e práticas experimentais, tanto que se acredita que ela, dentre as Ciências Naturais, sempre foi, e continua sendo, aquela que tem uma relação bastante estreita com atividades ligadas a laboratórios” (ALVES FILHO, 2000a, p. 174).

Em um país em que um número considerável dos estudantes nunca teve a

oportunidade de entrar em um laboratório de ciências, pode parecer controverso questionar a validade de aulas práticas, especialmente, porque, na maioria das escolas, essas aulas, infelizmente, não existem. Dentre as várias correntes filosóficas, existe uma que defende a ideia de que grande parte dos problemas do processo de ensino- aprendizagem das ciências se devem à ausência de aulas de laboratório. Para os que compartilham dessa ideia, um requisito necessário para melhorar a qualidade do ensino consiste em munir as escolas com laboratórios e dar suporte técnico e condições (tempo e materiais) para os professores utilizá-los.

No entanto, mesmo em países como o Japão, Canadá, Nova Zelândia, entre outros, onde a tradição do ensino experimental está bem consolidada, a função que o laboratório pode, e deve ter, bem como a sua eficiência em promover as aprendizagens desejadas, têm sido objetos de questionamentos. Tais dúvidas e questionamentos têm contribuído há alguns anos para a manutenção da discussão sobre a validade ou não do uso de laboratórios para complementar e dinamizar as aulas ensino (WHITE, 1996).

As propostas de renovações curriculares, no Brasil, defendem uma reformulação na estrutura de ensino de ciências, um exemplo pode ser encontrado nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (MEC, 2006, p. 55) as quais propõem "... que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita". Essas orientações também salientam a importância das atividades experimentais, desde que sejam utilizadas de maneira não superficial, "O aspecto formativo das atividades práticas experimentais não pode ser negligenciado a um caráter superficial, mecânico e repetitivo, em detrimento da promoção de aprendizados efetivamente articuladores do diálogo" (p.123).

O ensino científico, oferecido nas escolas, desde as séries iniciais até o ensino superior, tem se mostrado inadequado e insuficiente para que os estudantes consigam compreender que a física está presente em, praticamente, todas as tecnologias utilizadas em seu dia-a-dia. Este fato demonstra a necessidade de buscar novas formas de ensinar ciências e abandonar o modelo pedagógico tradicional e estático, que não estimula os alunos a gostarem de ciência e física (SCHROEDER, 2007).

O que se observa é que qualquer proposta de metodologia de ensino apresentando ou não cunho inovador, em relação ao modelo tradicional, dificilmente é implantada de forma integral na escola, nem mesmo quando o professor dispõe de boas condições pedagógicas, de recursos materiais didáticos razoáveis e de um relativo compromisso em relação a tal modelo de ensino (SCHROEDER,2007).

No início da década de 1990, vários pesquisadores da área de ensino procuraram argumentos para justificar o uso de laboratórios nas escolas: motivação, possibilidade de superar dificuldades de aprendizagem e aproximar o ensino das características do trabalho científico, desenvolvimento de habilidades e estratégias com efeitos generalizáveis, oportunidades de identificar e suprir as concepções alternativas dos alunos (MARANDINO, 2003). Contudo, estruturar as escolas com laboratório e usá-lo de maneira a promover melhoria na aprendizagem são coisas que nem sempre acontece. O aluno deve ter uma participação ativa na realização dos experimentos, pois o desenvolvimento do pensamento científico se dá por meio da inter-relação do estudante com o mundo que ele vive. Por isso é importante que o ambiente seja repleto de estímulos e desafios para que esse indivíduo possa organizar os seus processos internos e se adaptar à realidade. Dessa forma, é por meio dessa interação com o ambiente e pessoas, conhecendo outros grupos que se adquire experiência e, por consequência, o conhecimento. E tudo isso pode se dar na interação do aluno com o experimento, seja ele feito individual ou coletivamente.

Entretanto, devido, muitas vezes, ao grau da estruturação dos experimentos utilizados, em sala de aula, limitado pelo roteiro, o uso de experimentos minimiza o tempo de reflexão do aluno, bem como as decisões que ele deverá tomar sobre a próxima ação e/ou passo experimental. Variáveis a serem vistas, o que medir e a maneira de medir não cabem ao aluno decidir, pois está tudo receitado no guia/roteiro experimental. Outra característica comum é que o relatório do experimento venha ser o ápice do processo. Tudo é direcionado para a tomada dos dados, elaboração de gráficos, análise dos resultados e comentários sobre erros experimentais (ALVES FILHO, 2000). Todo esse direcionamento desestimula o objetivo didático dos experimentos, no qual o aluno poderia retirar grandes experiências vivenciais, aumentando seus processos internos de desenvolvimento.

1.3 - As atividades de demonstração como uma saída alternativa

De acordo com o artigo intitulado *Atividades Experimentais de Demonstrações em Sala de Aula: Uma Análise Segundo o Referencial da Teoria de Vygotsky*, dos autores Alberto Gaspar e Isabel Cristina de Castro Monteiro, a primeira instituição a utilizar alguns dispositivos experimentais para demonstrar princípios físicos para grandes audiências teria sido o Museu de Alexandria, criado por Ptolomeu I, por volta do ano 300 a.C. (Ronan, 1987). E a utilização desses experimentos de demonstração, na prática

docente, foi mais evidenciada nas escolas entre a metade do século XIX e a metade do século XX. (Taylor, opus cit.; Bross, 1990; Gaspar, opus cit.). De acordo com os autores do artigo, nessa época, os equipamentos para a prática experimental eram muito caros e costumavam ser apresentados somente pelo docente nos laboratórios didáticos de Física e que, em nada, lembram os experimentos que se conhecem hoje.

Quase sempre a aquisição dos equipamentos para a realização das atividades experimentais sai caro, pois

alguns aspectos de ordem funcional apontam dificuldades no uso de experimentos que dizem respeito, por exemplo, à necessidade de envolvimento de grandes equipamentos, ao imperativo dos laboratórios serem bem equipados, terem alto custo de aquisição e manutenção, serem obrigados a recorrer a assistentes especialistas, à necessidade de haver espaço próprio para realização de experimentos (WHITE, 1996, p. 761).

Uma saída para essa barreira seria associar a confecção dos equipamentos/experimentos com materiais alternativos e/ou baixo custo. Mas o que são materiais alternativos? E o que são materiais de baixo custo? O próximo tópico tem como objetivo esclarecer essas questões.

1.4 - A utilização de materiais alternativos e de baixo custo na confecção de experimentos

As terminologias “material de baixo custo” e “material alternativo” foram utilizadas, aqui, porque na confecção dos experimentos, são comprados alguns componentes baratos ou utilizadas peças de alguns eletrônicos que não eram mais usados. Pode-se considerar que os “materiais de baixo custo” são um subconjunto do conjunto (maior) “materiais alternativos”, visto que são utilizados materiais de baixocusto como alternativa para diminuir o custo dos experimentos e, ainda dentro do subconjunto, entra o “lixo eletrônico”.

Mas qual a definição de lixo? O lixo é definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como o “resto de atividade humana considerada pelos geradores como inútil, indesejável ou descartável, podendo se apresentar como sólido, semissólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento”. Dessa forma, muito do suposto lixo gerado é perfeitamente reciclável, mas por falta de sua correta destinação, diariamente, toneladas desse lixo são desperdiçadas e ainda comprometem os mananciais e a vida útil dos aterros sanitários espalhados em todo país (FERREIRA; RABELO, 2004).

No entanto, o tipo de lixo referido nesse trabalho são os eletrônicos e/ou reciclados não perecíveis. Dentre as muitas definições de “lixo eletrônico”, aqui, será feito uso da seguinte: lixo eletrônico é todo resíduo material produzido pelo descarte de equipamentos eletrônicos (GROSSI; VALENTE, 2001).

Os materiais alternativos e de baixo custo são aqueles que constituem um tipo de recurso que apresentam as seguintes características: são simples, baratos e de fácil aquisição, o que facilita o processo de ensino-aprendizagem, porque são utilizados, para a realização dos trabalhos experimentais, que são indispensáveis no ensino de física. Esse tipo de recurso pode ser usado nas escolas como solução para o problema da falta de recurso financeiro para a realização de experimento, pois as escolas não podem ficar esperando, de braços cruzados, que sejam implantados amplos laboratórios com todo material do qual necessitam para ter aulas práticas. Isso não acontecerá. É preciso buscar formas alternativas: experimentar na sala de aula mesmo ou fora dela, juntar material aqui e acolá que possam ser reaproveitados e reciclados, envolver os alunos na confecção dos experimentos, para que se consiga melhorar o ensino das atividades práticas em física (ARRIBAS,1998).

Portanto, o uso de materiais alternativos na construção de experimentos que facilitam o processo de ensino-aprendizagem torna-se viável, já que usualmente muitos materiais alternativos são relativamente fáceis de se encontrar ou de conseguir, ou pelo menos barato (quando precisam ser adquiridos sejam usados ou novos), além do fato de que os experimentos podem ser feitos pelos próprios educandos ou pelo professor, durante a exposição do conteúdo, sem a necessidade de parar a aula ou de um lugar específico para sua realização.

1.5 -Considerações

Como abordado ao longo desse capítulo, as atividades experimentais têm um papel importante no processo de ensino-aprendizagem e que existem vários tipos de laboratórios, a saber, eles são: Laboratório tradicional, laboratório de demonstração, laboratório de projetos, laboratório divergente e laboratório biblioteca e eles atendem a todas as demandas, seja ela para desenvolver habilidades para futura profissão, para materialização de algum conteúdo, ou até mesmo para aguçar o espírito científico do aluno. Dentre os diversos tipos de laboratório foi enfatizado que o mais utilizado é o laboratório tradicional, mostrando as vantagens e desvantagens desse tipo específico para levantar a proposta desta dissertação que é o uso de laboratório de demonstração associado

ao uso de materiais de baixo custo e materiais alternativo na confecção dos experimentos.

O próximo capítulo, tratará dos procedimentos para elaboração do roteiro com os experimentos em eletromagnetismos, das dificuldades encontradas para a elaboração do roteiro entre outras coisas, que motivaram a escolha desse tema.

Capítulo 2 – O Desenvolvimento do Produto Educacional

Creemos que a função das atividades experimentais de Ciências, especificamente as de Física, não deve ser a de substituir todos os procedimentos de ensino, mas funcionar como um componente facilitador, integrado à aula, dos processos de ensino-aprendizagem, pois os alunos, muitas vezes, não conseguem relacionar as teorias apresentadas, em sala, com a realidade física à sua volta, até mesmo porque essas teorias são feitas de conceitos que são abstrações da realidade (SERAFIM, 2001). Existe, portanto, por parte dos docentes, a consciência do papel motivador da experimentação e de sua importância na efetiva aprendizagem de seus alunos, assim como uma vontade de mudança dessa realidade.

Entretanto, nem sempre as escolas podem contar com laboratórios que têm as condições mínimas para a realização de atividades experimentais. Acreditamos que tal realidade se deve às contradições criadas pela própria estrutura do sistema educacional, quando esse propõe uma política pedagógica que não coincide com a verdadeira realidade das escolas e com as próprias condições de trabalho do professor.

Pela minha vivência como docente, percebo que são vários fatores que impossibilitam o uso de experimentos nas escolas. Fui professor de escola pública por cinco anos e esse período levou-me a concluir que tanto a escola quanto os professores não são motivados a fazer, com os alunos, experiência na área de ciências, pois há falta de recurso nas escolas, falta de capacitação e tempo para os professores. O professor é sobrecarregado com trabalho e, conseqüentemente, não tem tempo para capacitar-se e montar uma aula usando algum tipo de laboratório. E hoje, trabalhando na rede particular de ensino, percebo que os fatores se repetem, falta tempo, espaço, motivação, até porque nas escolas particulares a maior preocupação é com o conteúdo que precisa ser fechado, independente do aluno absorver o conteúdo ou não. Essa é minha visão baseado na minha experiência como docente há quase seteanos.

O tempo é algo essencial para nós professores, devido ao excesso de serviço que levamos para casa, sobrando pouco dele para planejarmos aulas com o uso de experimento que, quase sempre, é demorado e difícil. Partindo desse princípio, almejei elaborar um roteiro experimental com planos de aula, montagem dos experimentos passo a passo e materiais utilizados que diminuam os custos para o uso de experimentos em aula.

Como os conteúdos de física são extensos, escolhi a parte de eletromagnetismo como objeto deste estudo. Essa escolha se deu porque desde que comecei a ministrar aulas dessa matéria percebi uma grande dificuldade por parte dos meus alunos para absorver

essa parte da física, e penso que essa dificuldade se dá porque é um conteúdo que exige um alto grau de abstração. Por exemplo, para o aluno imaginar linhas de campo magnético ao redor de um ímã, ou mesmo a atuação de uma força de longo alcance. Dessa forma, dentro do conteúdo de eletromagnetismo escolhi quatro temas e elaboramos quatro experimentos de demonstração usando material de baixo custo e/ou de material alternativo que é o produto educacional desta pesquisa.

Sobre a importância e a definição do que vem a ser um produto educacional, Moreira (2004, p. 134) defende que a pesquisa no mestrado profissional em ensino deve ter um caráter de pesquisa aplicada,

(...) descrevendo o desenvolvimento de processos ou produtos de natureza educacional, visando à melhoria do ensino na área específica, sugerindo-se fortemente que, em forma e conteúdo, este trabalho se constitua em material que possa ser utilizado por outros profissionais.

Esse produto educacional, que é o resultado/objetivo do mestrado profissional, pode ser desenvolvimento de aplicativos, de materiais didáticos e instrucionais e de produtos, processos e técnicas; produção de programas de mídia, editoria, composições, relatórios finais de pesquisa, softwares, estudos de caso, relatório técnico com regras de sigilo, manual de operação técnica, entre outros.

2.1 - O Seu Contexto

Como docente crítico, reflexivo e preocupado com minha prática, em sala de aula, percebo que a atividade experimental é essencial no processo de ensino-aprendizagem. Em meus muitos anos como professor da terceira série do ensino médio, percebi que os assuntos que envolvem o Eletromagnetismo são os conteúdos mais difíceis para os alunos absorverem. Por esse motivo, busquei por meio desse mestrado profissional desenvolver um roteiro experimental, que é o meu produto educacional, registrando que o objetivo não foi o de melhorar o rendimento dos alunos em termos de notas, mas sim estimular um ensino mais voltado para a aprendizagem dos conteúdos, tornando, assim, as aulas mais agradáveis e com isso tornar o processo mais afetivo. Um melhor desempenho do grupo de alunos submetido ao tratamento seria decorrência natural da ocorrência da aprendizagem promovida pelo tratamento diferenciado que receberam, uma vez que o aluno teve chance de visualizar por meio dos experimentos a(s) teorias dadas em sala.

Os experimentos selecionados são os seguintes: campo magnético, experimento de Oersted, força magnética em condutor reto, indução eletromagnética. A escolha desses

tópicos para a criação do produto educacional e, conseqüentemente, para a realização das atividades experimentais, surgiu de minha experiência como professor e das conversas que tive com meus colegas de trabalho acerca das dificuldades enfrentadas pelos alunos. A partir dessas experiências, pudemos notar que tanto os alunos da rede particular quanto os das escolas públicas em que trabalhei apresentam as mesmas dificuldades em relação à aprendizagem e compreensão dos conceitos, leis e os princípios envolvidos na física, por se tratar de conteúdos que exigem um alto nível de abstração.

Com relação às condições de trabalho para o desenvolvimento desse estudo, na escola onde sou docente, é importante esclarecer que não há espaço para laboratório na escola, como também, as condições de trabalho são desfavoráveis para o professor, pois faltam recursos humanos e materiais que viabilizem o trabalho a contento, o desenvolvimento de atividades experimentais e, justamente, por estes motivos, o ambiente é perfeito para o desenvolvimento da proposta desse trabalho que é o roteiro de como construir e realizar os experimentos sem a necessidade de um ambiente específico.

2.2 - O Produto Educacional

Um produto educacional, que é o objetivo e resultado do mestrado profissional, pode ser o desenvolvimento de aplicativos, de materiais didáticos e instrucionais e de produtos, processos e técnicas; produção de programas de mídia, editoria, composições, relatórios finais de pesquisa, softwares, estudos de caso, relatório técnico com regras de sigilo, manual de operação técnica, entre outros.

O roteiro experimental de eletromagnetismo será feito com materiais de baixo custo e/ou materiais alternativos. Baixo custo porque muitos dos materiais utilizados na confecção dos experimentos tiveram um custo baixíssimo, fácil de encontrar e outros materiais utilizados que eram caros, foram substituídos por outros alternativos, retirados de equipamentos eletrônicos.

Esse roteiro experimental é composto pelas listas de materiais utilizados, do passo a passo da confecção dos experimentos, imagens deles prontos, além dos planos de aulas para o uso de cada experimento. Todos os planos de aula priorizarão em primeiro momento, discussões promovidas, mediados e dirigidos pelo docente, na tentativa de favorecer a integração teoria prática no ambiente de ensino. Para tal, é colocada uma situação problema, traduzida em termos da colocação de questões, as quais tratam sobre o conteúdo/tema a ser tratado na aula.

As discussões deverão ocorrer de maneira a envolver os principais conceitos

inerentes aos conteúdos trabalhados em cada aula, presentes e identificados na atividade experimental, que fará parte do roteiro experimental, com o objetivo de relacioná-los ao conhecimento prévio dos alunos, até mesmo àqueles presentes no seu cotidiano.

Visando encontrar evidências sobre a facilitação da aprendizagem pelo processo de promoção da integração teoria-prática em sala de aula, as atividades foram desenvolvidas baseadas na sequência didática apresentada a seguir. Cada plano de aula foi estruturado da seguinte maneira: Objetivos, Elaboração da situação-problema, Tempo aproximando de cada aula experimental e Materiais utilizados. Em todas as aulas, em um primeiro momento, o professor deverá mediar um diálogo entre os educandos, objetivando revisar o conteúdo previamente trabalhado na sala de aula, ou o próprio docente poderá fazer essa revisão. Em um momento posterior, de realização da atividade experimental, o objetivo é que os próprios alunos interajam com o experimento e sejam levados a desenvolver discussões/questionamentos, na tentativa de relacionar o que observam no experimento, com o conteúdo teórico trabalhado, previamente, pelo professor.

2.2.1 - Plano de Aula: Campo Magnético – Linhas de Campo

2.2.1.1 - Objetivo

Esta aula tem dois objetivos, a saber: mostrar a existência de um tipo de campo atuante em materiais ferromagnéticos e em ímãs denominado de campo magnético; e visualizar a região de atuação desse campo possibilitada pelas intituladas linhas de campo por meio do experimento. Nesse contexto, os objetivos de poder visualizar essas linhas de campo, de explicitar suas principais características e relacioná-las com fatos vivenciados pelos estudantes como, por exemplo, a utilização e o funcionamento da bússola também deverão ser alcançados pelo o aluno.

Para que os objetivos acima sejam atingidos, a apresentação do conteúdo é feita por meio de discussões promovidas, mediados e dirigidos pelo docente, no decorrer das aulas.

2.2.1.2 - Elaboração da situação-problema

Elaboramos alguns problemas simples de magnetismo procurando identificar o que os alunos já sabiam sobre o assunto pertinente ao experimento, além de servirem para despertar o interesse e a curiosidade dos alunos para a atividade experimental. Com isso,

espera-se que o contato dos alunos com o assunto seja mais proveitoso e, por conseguinte, sejam motivados para que, a partir da discussão, consigam relacionar os eventos discutidos em pauta com aqueles presentes no dia a dia deles.

Para este experimento a situação-problema é colocada em termos das questões:

1. Quais as diferenças entre campo magnético, campo gravitacional e campo elétrico?
2. Você identifica situações relacionadas à presença de campo no seu dia a dia? Quais seriam?
3. Qual a aplicação tecnológica que o campo magnético terrestre proporciona?
4. Como se configura o campo magnético, ou colocado de outra forma, qual é a aparência visual produzida, por um ímã permanente em forma de barra? (Obs.: esse tipo de ímã foi escolhido pela facilidade de sua obtenção)
5. Como e por que uma bússola funciona no planeta Terra?

2.2.1.3 - Tempo da Atividade

Esta atividade terá, aproximadamente, duração de uma aula, ou seja, cinquenta minutos. Esse tempo é contando com a explicação do conteúdo e a execução da atividade experimental.

2.2.1.4 - Material utilizado

Experimento intitulado de **Campo Magnético 3D**, sua construção, materiais utilizados (figura 2.1) e utilização estão descritos no roteiro experimental que é o produto educacional desse mestrando.



Figura 2.1 - Materiais utilizados.

Fonte: Elaborada pelo autor.

2.2.2 - Plano de Aula: Experimento de Hans Christian Oersted

2.2.2.1 - Objetivo

Esta aula busca alcançar dois objetivos: levar os alunos a compreenderem que corrente elétrica produz campo magnético em um condutor, em particular um condutor reto, que é percorrido por corrente elétrica, em outras palavras, mostrar que corrente elétrica gera campo magnético. Além desse, outro objetivo importante é identificar as principais características desse fenômeno e sua importância na indústria.

2.2.2.2 - Construção da situação-problema (materiais utilizados)

Objetivando criar situações propícias de ensino-aprendizagem aos alunos, levando-os a estabelecerem relações entre aquilo que eles observam ao desenvolverem atividade experimental e os conceitos estudados, em sala de aula. Para facilitar a aprendizagem, serão realizadas discussões relativas às principais questões do experimento:

1. Sobre o surgimento de corrente elétrica em condutores, você sabe como isso acontece?
2. Identifiquem, neste experimento, as principais características do campo magnético que surgem por meio de corrente elétrica.
3. Sobre a dependência entre o campo magnético, a corrente elétrica e o tipo de condutor, exemplifique, caso haja, alguma?
4. Você saberia dar alguma aplicação desse tipo de fenômeno na indústria.

2.2.2.3 - Tempo da Atividade

A atividade será desenvolvida em, aproximadamente, duas aulas de cinquenta minutos cada. Esse tempo é contando com a explicação do conteúdo e execução da atividade experimental.

2.2.2.4 - Material utilizado

São dois experimentos selecionados para trabalhar campo produzido por corrente elétrica: um intitulado de Experimento de Hans Christian Oersted (figuras 2.2, 2.3 e 2.4); o outro de eletroímã (figura 2.5), por isso, são muitos os materiais, mas sua construção, materiais utilizados e utilização estão descritos no roteiro experimental que é o produto educacional desse estudo.



Figura 2.2 - Bateria de 9V.



Figura 2.3 - Bússola.



Figura 2.4 - Fio Fino.



Figura 2.5 - Eletroímã em funcionamento.

Fonte: Figuras elaboradas pelo autor.

2.2.3 - Plano de aula: Força sobre um Condutor dentro de um Campo Magnético

2.2.3.1 - Objetivo

Esta aula busca atingir dois objetivos: compreender o processo de surgimento de força sobre condutor percorrido por corrente elétrica exclusivamente na presença de campo magnético; e explicitar suas características.

2.2.3.2 - Construção da situação-problema.

Para propiciar circunstâncias proveitosas, aos alunos, levando-os a estabelecerem relações entre aquilo que eles observam ao desenvolverem a atividade experimental e os conceitos estudados em sala de aula. Procurando proporcionar e facilitar a aprendizagem, serão realizadas discussões relativos às principais questões do experimento:

1. Diferencie força magnética de força elétrica e de força gravitacional?
2. Há algo necessário para que um condutor sofra influência de um campo magnético?
3. Caracterize a força magnética sobre o condutor.

2.2.3.3 - Tempo da Atividade

Aproximadamente duas aulas, de cinquenta minutos cada, esse tempo é contando com a explicação do conteúdo, e execução da atividade experimental.

2.2.3.4 - Material utilizado

Experimento intitulado de Força sobre um Condutor dentro de um Campo Magnético, sua construção, materiais utilizados (Figuras 2.6, 2.7, 2.8, e 2.9) e utilização estão descritos no produto educacional.



Figura 2.6 - Diodo soldado entre a fonte.

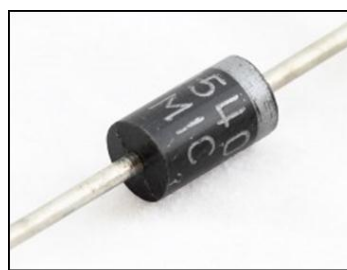


Figura 2.7 - Diodo.



Figura 2.8 - Fio fino.



Figura 2.9 - Ímã em barra.

Fonte: Figuras elaboradas pelo autor.

2.2.4 - Plano de aula: Experimento de Indução de Faraday

2.2.4.1 - Objetivo

O objetivo dessa aula, primeiramente, é fazer a materialização de uma das leis mais belas da física, que é a lei de indução de Faraday, além, é claro, de fazer os alunos relacionarem o experimento com as aulas sobre o conteúdo abordado nas aulas anteriores. Objetiva também que os alunos relacionem o conteúdo estudado com suas vivências do cotidiano, compreendendo, em termos de energia, como a eletricidade é gerada a partir do

magnetismo e saber que o processo de geração de energia elétrica por meio da variação de campo magnético é o mesmo que ocorre tanto nas grandes usinas de eletricidade, quanto no funcionamento de dispositivos como: cartão de crédito, fitas de vídeos, disquetes de computador, microfones.

2.2.4.2 - Construção da situação-problema.

A resposta da situação-problema deverá desenrolar-se exatamente como todas as aulas que contém nesse trabalho, ou seja, em forma de discussões sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos à atividade experimental e aos acontecimentos já conhecidos pelos educandos, referente à situação. Para isso, as questões colocadas são:

1. Você consegue explicar como é gerada a energia elétrica nas usinas hidroelétrica?
2. Porque os aparelhos elétricos funcionam com frequência de 60 Hz em alguns países e 55 Hz em outros?
3. O princípio de funcionamento do microfone é explicado utilizando o mesmo tratado no experimento de indução de Faraday, como você os relacionariam?

2.2.4.3 - Tempo da Atividade

Aproximadamente duas aulas, de cinquenta minutos cada. Tempo esse contando com a explicação do conteúdo e execução da atividade experimental.

2.2.4.4 - Material utilizado

Experimento intitulado de Experimento de Indução de Faraday, sua construção, materiais utilizados (Figura 2.10) e utilização estão descritos no roteiro experimental que é o produto educacional dessa dissertação.



Figura 2.10 - Circuito pronto.

Fonte: Elaborada pelo autor.

2.2.5 - Textos-Guia de Apoio para as Atividades Experimentais

Para cada um dos quatro experimentos, incorporados às aulas com o intuito de promover a ligação teoria prática e conduzido por meio de várias discussões dirigidas pelo docente, foi elaborado um material de suporte que convencionamos chamar de roteiro experimental de apoio que é o produto educacional desse trabalho. Uma ressalva importante a ser feita é sobre uma das propostas desse mestrado, o professor que virá a usar o roteiro/produto educacional, não precise ler a dissertação para poder usá-lo, logo o respaldo teórico que se segue é o mesmo encontrado no produto.

O tratamento dos principais conceitos referentes à atividade experimental que compõe o roteiro experimental deve ser feito durante as aulas teóricas nas salas de aula, para que, quando for executado o experimento, haja uma integração teórico- prática, da forma prevista para o estudo visando à aprendizagem dos conceitos.

2.2.5.1 - Roteiro de Apoio 1: Atividade Experimental: Campo Magnético - Linhas de Campo

Respaldo Teórico

Em torno da Terra existe uma região limitada no espaço que, um corpo massivo nessa região, sofre uma atração direcionada para o centro do planeta. Essa região do espaço que influencia outro corpo é chamada de campo gravitacional. Fazendo uma analogia ao campo gravitacional, em torno de um ímã, ao ser colocada na região que o cerca, a agulha magnética de uma bússola orienta-se em uma direção que varia com a posição da bússola em relação ao ímã (Figura 2.11). Isso significa que o ímã influencia o espaço que o envolve por meio da criação de um campo de forças em torno de si mesmo. Esse campo, denominado de **campo magnético**, existe com ou sem a presença de uma agulha magnética nesse espaço.

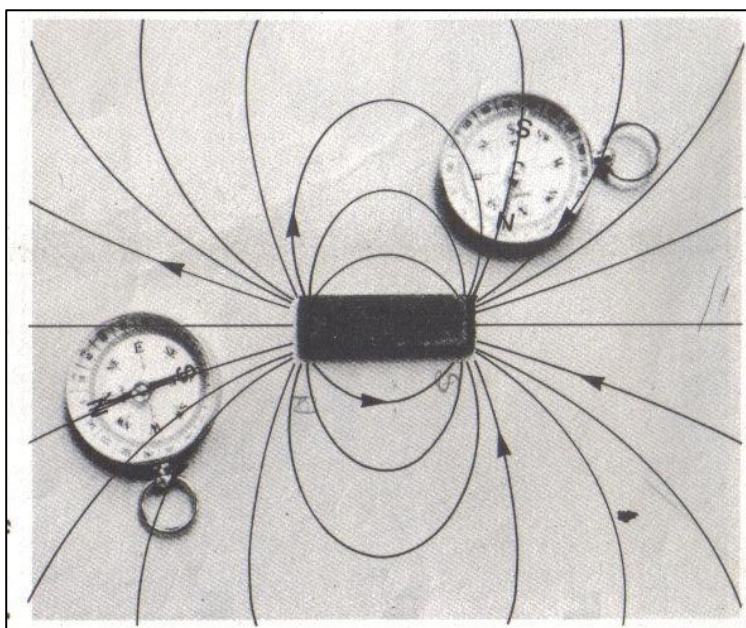


Figura 2.11 - Bússola na presença de um ímã.

Fonte: página Eletromagnetismo no Ensino Médio.²

Para medir a ação do ímã, a cada ponto do espaço que a cerca associamos uma grandeza vetorial denominada **vetor indução magnética** ou, simplesmente, **vetor campo magnético**, indicado por \vec{H} na Figura 2.12. O vetor campo magnético tem as seguintes características:

² Disponível em <http://fap.if.usp.br/~lumini/g_reflex/conteudo/01eletoptica_cris.htm>. Acesso em Março, 2017.

- A **direção** de \vec{B} é aquela na qual se dispõe a agulha magnética
- O **sentido** de \vec{B} é aquele para o qual o polo norte magnético da agulha aponta.

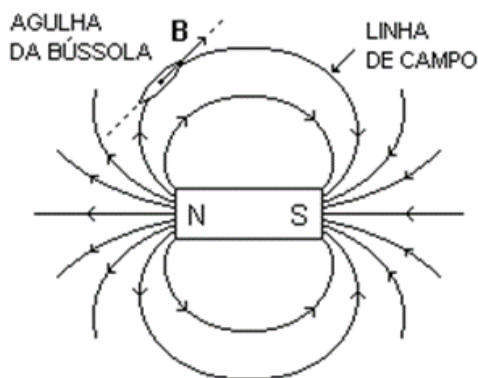


Figura 2.12 - Direção do campo magnético.

Fonte: Página Universidade Federal de Santa Maria³

Pode-se representar graficamente um campo magnético usando o recurso das linhas de indução (Figura 2.12).

A **linha de indução** é uma linha imaginária que indica a direção e o sentido do campo vetor magnético em cada ponto do campo. Em outras palavras, o vetor campo magnético é sempre tangente à linha de indução e tem o mesmo sentido que ela (Figura 2.12).

Por convenção, as linhas de indução partem do polo norte e chegam ao polo sul. Analogamente às linhas de força de um campo elétrico, as linhas de indução não se cruzam; nas regiões onde estão mais próximas, o campo magnético é mais intenso. Uma observação a ser feita com relação às linhas de indução é a de que elas existem também no interior do ímã, portanto, são linhas fechadas e sua orientação interna é do polo sul ao polo norte.

OBJETIVOS

Este experimento tem como finalidade ajudar aos estudantes visualizarem a configuração tridimensional das linhas de campo magnético de um ímã.

MATERIAIS UTILIZADOS

Uma garrafa pet de dois litros

- 1 kg de açúcar;
- 2 litros de água;

³ <http://coral.ufsm.br/gef/Eletro/eletro06.pdf>

- Uma fita cassete de 60min;
- Algodão e acetona;
- Um ímã permanente de barra;
- Um pedaço de mangueira transparente;
- Cola quente ou resina epóxi (ou algo que vede a mangueira na garrafa e impeça que a água vazze).

PROCEDIMENTO

Para obter partículas magnéticas, desmonte a fita cassete. Esfregue o lado opaco da fita com um algodão embebido em acetona. Limpe com firmeza, pequenos trechos de cada vez. Retire o material aderido ao algodão também com acetona ou espere algodão secar, retirando o pó e recolha em um recipiente. Depois de esfregar toda a fita (processo demorado), fure a garrafa na base e na tampa; passe uma mangueira que caiba o ímã em barra no seu interior, dentro da garrafa e vede-a na base com cola quente. Transfira o conteúdo do recipiente para a garrafa já com o líquido (água açucarada na proporção de 1 kg para dois litros de água da garrafa). Passe a mangueira pela tampa, deixando um pedaço para fora da tampa, por onde será introduzido o ímã e lacre a mangueira na tampa do pet com cola quente. Em seguida, coloque o ímã dentro da mangueira e observe o que acontece.

Deixe os alunos interagirem com o experimento. Peça para eles colocarem o ímã dentro da mangueira, pôr fora da garrafa, peça para colocar um de cada lado da garrafa. Deixe a criatividade surgir no sentido de que eles façam o que quiserem na hora de mexerem com o ímã e a garrafa. O uso da Figura 2.13 foi necessário devido à dificuldade de fotografar as linhas de campo no experimento. Na foto não foi possível distinguir as linhas, ficou parecendo que a água estava suja e não que existia linha de campo.

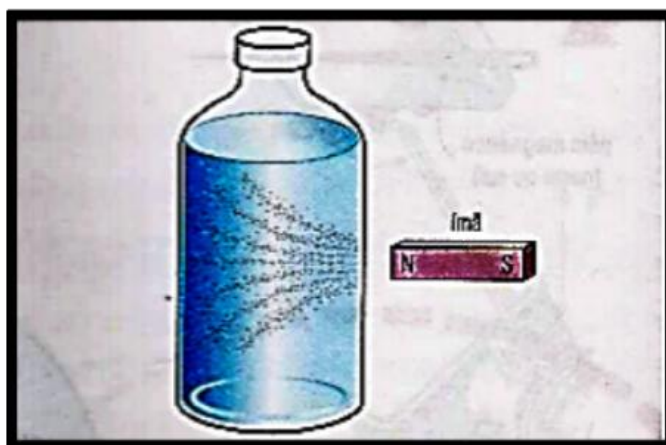


Figura 2.13 - Configurações tridimensionais do campo magnético produzido por um ímã em barra.

Fonte: GASPAR, 2003. p. 202.

TAREFA

Depois de os alunos interagirem com o experimento, peça para eles tentarem responder, por escrito e individualmente, as questões que para esta atividade:

- Quais as diferenças entre campo magnético, campo gravitacional e campo elétrico?
- Você identifica situações relacionadas à presença de campo no seu dia a dia? Quais seriam?
- Qual a aplicação tecnológica que o campo magnético terrestre proporciona?
- Como e por que uma bússola funciona no planeta Terra?

Depois dessa atividade, deixe que os alunos se reúnam e discutam entre si acerca das dificuldades encontradas, por eles, na realização dos experimentos, sobre o que eles compreenderam efetivamente. Em seguida peça exemplo (s) que tenham relação entre o conteúdo abordado no experimento e o cotidiano. Para finalizar a aula, dê uma explicação correta acerca das perguntas feitas, fazendo um link com o experimento e a teoria abordada em sala.

2.2.5.2 - Roteiro de Apoio 2: Atividade experimental: Experimento de Hans Christian Oersted

Respaldo Teórico

Oersted (1777-1851) estava entre os pesquisadores que acreditavam que os efeitos magnéticos são produzidos pelos mesmos poderes que os elétricos. Para tentar confirmar suas ideias, realizou experimentos a fim de buscar uma relação entre uma agulha imantada e o “conflito elétrico”. Esse termo utilizado por Oersted vinha de sua concepção da natureza da corrente elétrica. Ele imaginava que existiam duas correntes em um fio metálico ligado a uma bateria: uma positiva e outra negativa, fluindo em sentidos opostos. Elas teriam que se encontrar e se separar várias vezes ao longo do fio.

Segundo Oersted, a eletricidade se propaga “por um tipo de contínua decomposição e recomposição, ou melhor, por uma ação que perturba o equilíbrio em cada momento, e o restabelece no instante seguinte”. Pode-se exprimir essa sucessão de forças opostas que existe na transmissão da eletricidade, dizendo que a eletricidade sempre

se propaga de modo ondulatório.

Tendo isso em vista, Oersted colocou um fio metálico paralelo a uma agulha magnética (Figura 2.14) que estava orientada ao longo do meridiano magnético terrestre. Ao passar uma corrente elétrica constante no fio, observou que a agulha era defletida de sua direção original.

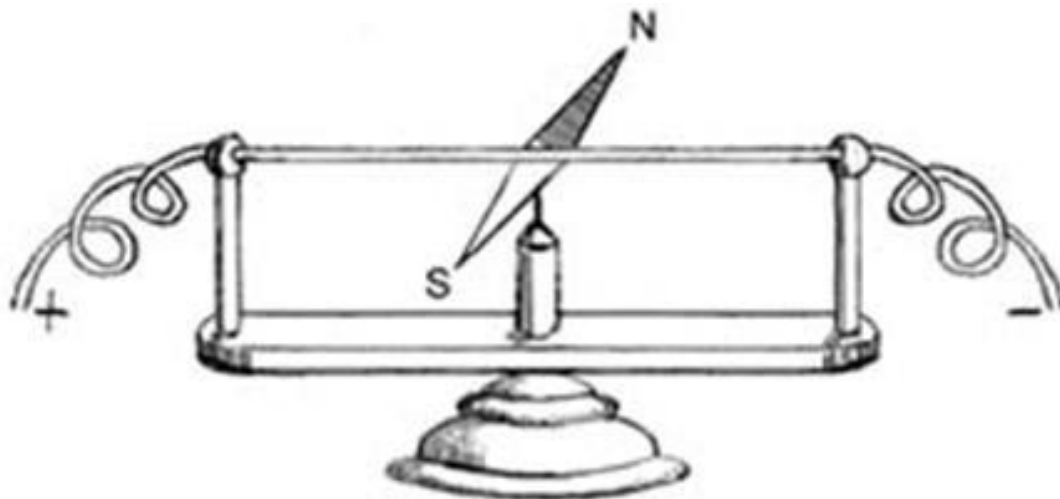


Figura 2.14 - Experimento de Oersted

Fonte: Universidade de Santa Catarina⁴.

OBJETIVOS

Este experimento tem como finalidade mostrar o surgimento de campo magnético gerado por corrente elétrica, por meio da construção de um eletroímã e do reconhecimento de aplicação desse conhecimento na indústria.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Peça de fio;
- Bateria de 9V;
- Bússola (que pode ser comprada no mercado livre por \$8,00);
- Umprego;
- Fio de cobre esmaltado;
- Limalhas de ferro.

DESENVOLVIMENTO

Experimento 1

⁴Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6433/5949> > Acesso em março. 2017.

Coloque o fio perto da bússola e mostre, aos alunos, que nada acontece. Logo em seguida, ligue a pilha ao fio (de preferência fio reto) sem retirá-lo da presença da bússola e peça-os que observem a deflexão dela, na hora em que o condutor é percorrido por corrente elétrica. Deixe os alunos interagirem com o experimento.

Peça aos estudantes que apresentem uma explicação para o fato da agulha de uma bússola sofrer deflexão, quando a mesma é aproximada de um fio em que há passagem de corrente elétrica.

Experimento 2

Enrole o fio de cobre esmaltado em todo o prego, pelo menos três vezes. Retire o esmalte das pontas do fio e conecte-o à pilha; aproxime das limalhas e veja as mesmas grudando no eletroímã. Logo em seguida, desconecte o fio da pilha e veja o pó de ferro desgrudar dele. Deixe os alunos interagirem com o experimento.

Pergunte aos alunos como podemos desligar o “ímã” usado em um ferro velho.

TAREFA

Depois de os alunos interagirem com o experimento, peça a eles para tentarem responder, por escrito e individualmente, as questões que estão no plano de aula para esta atividade:

- O que é e como surge corrente elétrica?
- Identifiquem, neste experimento, as principais características do campo magnético que surge através de corrente elétrica.
- Qual é a dependência entre o campo magnético, a corrente elétrica e o tipo de condutor?
- Você vê, a partir desse experimento, uma aplicação desse tipo de fenômeno na indústria?

Depois dessa atividade, deixe que os alunos se reúnam e discutam entre si acerca das dificuldades encontradas por eles na realização dos experimentos; sobre o que eles compreenderam efetivamente e, em seguida, peça exemplo (s) que tenham relação entre o conteúdo abordado no experimento e o cotidiano. Para finalizar a aula, dê uma explicação correta acerca das perguntas feitas, fazendo um link com o experimento e a teoria abordada em sala.

2.2.5.3 - Roteiro de Apoio 3: Atividade experimental: Força sobre um Condutor dentro de um Campo Magnético

Respaldo Teórico

Força magnética sobre um fio condutor

Considere um condutor percorrido por uma corrente elétrica de intensidade i e um ponto P próximo ao condutor, distanciado de d . Sejam Δl um elemento do condutor; θ o ângulo entre Δl e d ; e α o plano formado por eles (Figura 2.15).

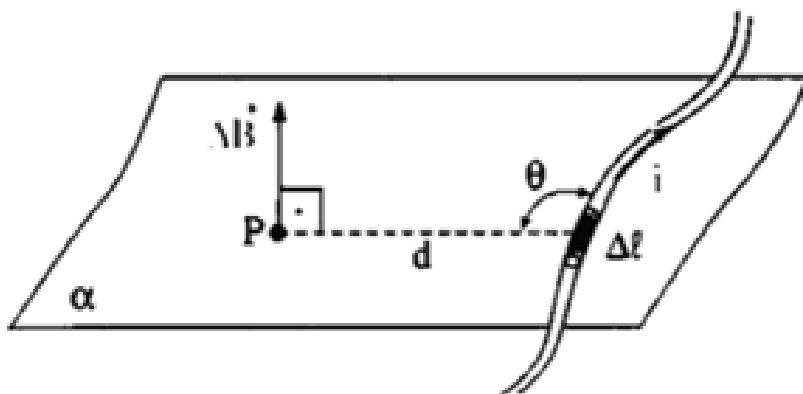


Figura 2.15 - Fio percorrido por uma corrente.

Fonte: Brasil Escola⁵.

O vetor indução magnética ΔB , no ponto P , gerado pela corrente i , no elemento Δl , é perpendicular ao plano α , é dado pela equação oriunda da Lei de Biot-Savart:

$$\Delta B = \frac{(\mu \cdot i \cdot \Delta l \cdot \text{sen } \theta)}{4\pi d^2}$$

Em que μ é a permeabilidade magnética do meio onde está o condutor e:

No vácuo, a permeabilidade magnética só depende do sistema adotado.

No SI:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

O sentido de ΔB é obtido por meio de uma regra prática: **A regra da mão direita.**

Coloca-se o polegar no sentido convencional da corrente elétrica. O sentido de ΔB será o dos demais dedos ao envolverem o fio (fig. 2.16).

⁵ Disponível em: < <http://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-fontes-campo-magnetico.htm> > Acesso em abril. 2016.

Regra da mão direita

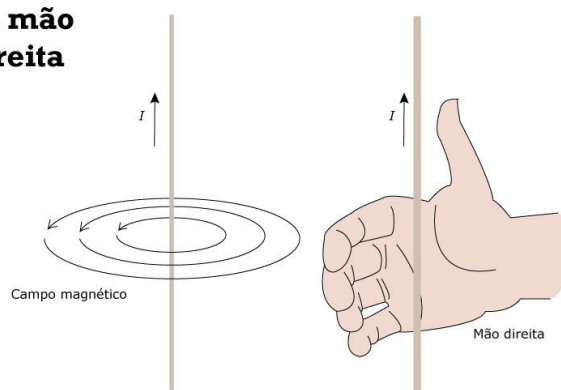


Figura 2.16 - Regra da mão direita.

Fonte: Página Banco Internacional de Objetos Educacional⁶.

OBJETIVOS

Este experimento tem como finalidade evidenciar a força sobre um condutor dentro de um campo magnético e usar a regra da mão direita para identificar o sentido da força sobre o condutor dentro de um campo magnético.

MATERIAL

- Carregador de celular para fazer a fonte (as características dele podem ser vistas na foto);
- 1 diodo qualquer de baixa tensão (serve para evitar a corrente para não danificar a fonte, uma vez que há curto-circuito);
- Fio de Cobre de 10mm;
- Fio de Cobre fininho 0,9 mm (olhar na foto);
- Suporte com grampo fixador;
- Ímã.

TAREFA

Depois de os alunos interagirem com o experimento, peça para eles tentarem responder, por escrito e individualmente, as questões que estão no plano de aula para essa atividade:

- Diferencie força magnética de força elétrica e de força gravitacional.

⁶Disponível em: < http://pontociencia.org.br/galeria/?content%2FFisica%2FEletromagnetismo%2FRegra-da-m_o-direita.jpg-magnetico/regras-para-determinar-o-sentido-do-campo-magnetico/ > Acesso em março.2017.

- Há algo necessário para que um condutor sofra influência de um campo magnético?
- Como você caracterizaria a força magnética sobre o condutor?

Depois dessa atividade, deixe que os alunos se reúnam e discutam entre si acerca das dificuldades encontradas, por eles, na realização dos experimentos; sobre o que eles compreenderam efetivamente, em seguida peça exemplo(s) que tenham relação entre o conteúdo abordado no experimento e o cotidiano. Para finalizar a aula, dê uma explicação correta acerca das perguntas feitas, fazendo uma relação com o experimento e a teoria abordada em sala.

2.2.5.4 - Roteiro de Apoio 4: Atividade experimental: Experimento de Indução de Faraday

Respaldo Teórico

As descobertas das leis do eletromagnetismo são fatores históricos de demasiada importância e a maior parte de todo o desenvolvimento tecnológico que desfrutamos, atualmente, é reflexo direto da descoberta deste fenômeno físico. Motores, telefones celulares, computadores, televisões são alguns dos exemplos de itens que existem graças ao eletromagnetismo e que podem ser considerados indispensáveis nos dias de hoje.

Com a descoberta de Oersted e a lei de Ampère, aprendemos que uma corrente elétrica origina um campo magnético. Na década de 1830, quando Faraday aproximou dois circuitos elétricos, percebeu que no momento em que um deles era ligado ou desligado, aparecia por um instante de tempo, uma corrente no outro circuito. Percebeu-se também que o sentido da corrente era diferente se o circuito estava sendo ligado ou desligado.

Para confirmar que era um efeito magnético, esse cientista aproximou um ímã, e também observou o aparecimento de corrente. Essa corrente só se mantinha enquanto o ímã estava em movimento, e tinha sentido contrário, dependendo se o ímã se aproximava ou se afastava. Ele também manteve o ímã fixo e movimentou o circuito, obtendo os mesmos resultados.

Faraday concluiu que a variação do fluxo magnético que atravessa o circuito produz uma tensão elétrica, que dá origem à corrente. Na verdade, a própria ideia de fluxo é devida, em grande parte, a Faraday que imaginava linhas de campo emanando de cargas elétricas e de magnetos para visualizar os campos elétricos e magnéticos, respectivamente. Essa forma de pensar só seria aceita e usada de forma sistemática pelos cientistas após sua morte, mas sua importância pode ser percebida pelo fato de Maxwell ter dado a seu primeiro artigo, de 1856, o título “*On Faraday's lines of force*”. Em 1861, o artigo em que Maxwell corrige a lei de Ampère foi chamado de “*On physical lines of force*”.

Fluxo Magnético

Fluxo magnético ou fluxo de indução magnética é a grandeza escalar que expressa à quantidade de linhas de indução que travessa uma determinada superfície. Matematicamente (Figura 2.17).

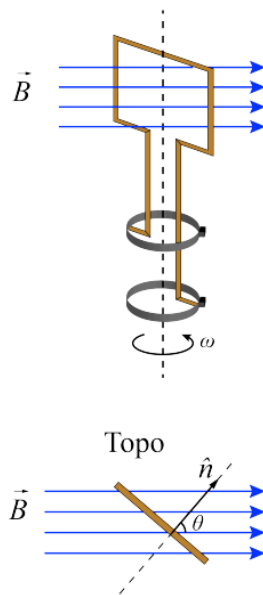


Figura 2.17 - Fluxo magnético

Fonte: Instituto de Física Gleb Wataghin⁷

O fluxo magnético é representado pela letra Φ (fi), e é obtido do produto entre o vetor indução magnética, a área da superfície plana e o cosseno do ângulo formado entre eles, ou seja:

$$\Phi = B.A \cos \theta.$$

onde \mathbf{n} é o vetor normal à superfície, θ é o ângulo entre \mathbf{B} e \mathbf{n} e \mathbf{A} é a área da superfície.

No SI, a unidade de fluxo magnético é $T.m^2 = Wb$ (weber), homenagem a Wilhelm Eduard Weber, físico alemão do século XIX.

Lei de Faraday e Lei de Lenz

Faraday percebeu, depois de realizar inúmeros experimentos, que ao introduzir um ímã em uma bobina ligado a um galvanômetro, este acusava a presença de uma corrente elétrica em um determinado sentido, originada na bobina. Esse fenômeno foi caracterizado qualitativa e quantitativamente dando origem ao que chamamos, hoje, de **Lei da Indução de Faraday** que é expressa matematicamente como: $\varepsilon = -\Delta\Phi / \Delta t$.

O movimento do ímã em relação à espira faz-se variar o fluxo magnético por meio da mesma, originando a **fem** média (ε). O sinal negativo da equação é uma consequência natural da lei de Lenz, a saber: o sentido da corrente induzida é tal que, por seus efeitos,

⁷Disponível em: <sites.ifi.unicamp.br/f328/files/2013/10/Aula-10-F328-2S-2013.pdf> Acesso em abril. 2016.

opõe-se à causa que lhe deu origem.

OBJETIVOS

- Mostrar o aparecimento de corrente elétrica quando um eletroímã é aproximado ou afastado de uma espiracondutora;
- Apresentar formas de intensificar a corrente induzida;
- Evidenciar a lei de Lenz;
- Mostrar o fenômeno de autoindução.

MATERIAL

- Transistor NPN. Foi usado 2N3904 (compro no mercado livre por \$1,00), mas pode usar qualquer transistor NPN. Mais comumente pode-se encontrar BC 337, etc. BC547 (Qualquer PNP transistor iria funcionar, basta inverter a polaridade das conexões);
- Fio de cobre esmaltado, cerca de 3 a 4 metros de fio ou menos deve ser o suficiente. (Fios de Imãs são apenas fios de cobre com isolamento de esmalte muito fina). Pode-se encontrar fios da maioria dos produtos eletrônicos, como transformadores, CFC Lâmpadas, alto-falantes, motores, relés, etc.;
- Resistência 1 KOhm (compro no mercado livre por \$1,00). Essa resistência seria usada para proteger o transistor de queimar em caso de sobrecarga ou em excesso de calor. Pode-se usar os valores mais altos até 5/4 KOhm;
- Luzes LEDs (foram compradas 10 por \$1,90 no mercado livre);
- Uma bateria AA de 1,5 Volts. Não use baterias de alta tensão, pois isso prejudicará o seu transistor).

Ferramentas necessárias:

- Tesoura ou faca;
- Ferro de solda (**opcional**). Se não tiver um ferro de solda, apenas torça os fios e leve para a conexão.
- Isqueiro (**opcional**). O isqueiro será usado para queimar o isolamento do fio de cobre esmaltado, então, é só usar uma tesoura ou uma faca para raspar o isolamento.

TAREFA

Depois de os alunos interagirem com o experimento, peça para eles tentarem responder, por escrito e individualmente, as questões que estão no plano de aula para essa atividade:

- Como é gerada a energia elétrica nas usinas hidroelétricas usada em nossas casas?
- Por que os aparelhos elétricos funcionam com frequência de 60 Hz em alguns países e 55 Hz em outros?
- Identifique o princípio de funcionamento do microfone com o do experimento.

Depois dessa atividade, deixe que os alunos se reúnam e discutam entre si acerca das dificuldades encontradas, por eles, na realização dos experimentos; sobre o que eles compreenderam efetivamente e, em seguida, peça exemplo (s) que tenham relação entre o conteúdo abordado no experimento e o cotidiano. Para finalizar a aula, dê uma explicação correta acerca das perguntas feitas, fazendo relação com o experimento e a teoria abordada em sala.

2.3 - Considerações

Neste capítulo foi mostrado o que motivou e levou à construção do produto educacional que é o objetivo central deste Mestrado Profissional em Ensino de Física. A saber: logo no início de minha carreira como docente, percebi que os alunos tinham uma visão errada da física, viam a disciplina como algo “ruim”, “sem aplicação”, “chata”, “de outro mundo”; dentre outros adjetivos. Com o passar do tempo, percebi que toda vez que eu usava algum experimento, durante as aulas, os alunos ficavam “empolgados”, e pediam mais. No entanto, percebi que pesquisar esses experimentos, comprar os materiais e montá-los levava muito tempo.

Como professores, sabemos que tempo é algo que não temos, devido ao excesso de serviço que levamos para casa e o pouco dinheiro para confeccionar os experimentos, geralmente não dispomos de muito, devido ao baixo salário que recebemos. Esses são os principais motivos que me levaram a escolher experimentos de demonstração associados aos materiais de baixo custo e de materiais alternativos como produto final desta pesquisa. Também foram mostrados os planos de aulas dos quatro experimentos escolhidos de eletromagnetismo que compõem o produto educacional: Campo Magnético, Experimento de Oersted, Força Magnética e Lei de Faraday. Esses experimentos foram escolhidos

devido à grande dificuldade de compreensão desses conteúdos, por parte dos alunos, durante meus anos de docência.

No próximo capítulo será descrita a metodologia empregada para a realização da pesquisa.

Capítulo 3 - Metodologia

A metodologia empregada para a realização dessa dissertação foi basicamente qualitativa das conversas dos alunos acerca dos experimentos durante as suas realizações e do desempenho dos alunos em avaliações formais, pois a escola é tradicional e não aceita outra maneira de avaliar o aluno, senão por meio de uma prova escrita. A consolidação dos dados foi feita por meio de observação participativa.

O objetivo do trabalho apresentado nessa dissertação não foi, necessariamente, o de aumentar o rendimento dos alunos quanto às notas, e sim desenvolver aulas mais interativas, estimulantes e, conseqüentemente, incentivar os estudantes a se interessarem pela física, uma vez que essa matéria é considerada uma das grandes vilãs do ensino médio.

Um melhor desempenho dos alunos submetidos a essas aulas experimentais, será consequência natural da ocorrência da aprendizagem significativa promovida pelo tratamento diferente que receberam e será notado pelas respostas dadas às questões pós-atividades experimentais. Lembrando que a aprendizagem significativa ocorre com a relação entre a nova informação e a estrutura de conhecimentos prévios específicos do indivíduo. Esse conhecimento é chamado de subsunçor, que serve de base para a recepção da nova informação; “eles surgem nos indivíduos desde criança, quando começam a constatar os objetos à sua volta e passam a identifica-los e rotulá-los” (MOREIRA, 1999a, p.45).

3.1 - Caminhos da Investigação

Catalogar experimentos de baixo custo e construir um roteiro experimental foi uma consequência natural da minha carreira docente. Na sequência farei uma descrição sobre minha vida para situar as motivações que me levaram a essa pesquisa. Vale ressaltar que um grande diferencial do mestrado profissional para o acadêmico é o caráter pessoal, visto que, preferencialmente, o mestrando tem que ser professor e este deve fazer um relato da aplicação do produto educacional. Portanto, o caráter pessoal é extremamente importante.

Iniciei minha carreira em 2009, como professor de Física e Matemática da rede pública. Nesse momento já me deparei com alguns problemas em relação ao ensino-aprendizagem, até então, visto apenas nas aulas teóricas de ensino, que tive durante minha graduação / formação na universidade, e observei que alguns desses problemas estavam relacionados aos aspectos cognitivos, subjetivos, emocionais, dentre outros.

No início pensei que a dificuldade em aprendizagem apresentada pelos alunos, na disciplina de física, era devido à deficiência que eles tinham em matemática, no entanto, com o passar do tempo, percebi que, mesmo os alunos considerados bons em matemática, também se saíam mal em física. Ficou claro que não era somente esse o problema e que eu, enquanto professor, não estava pronto para trabalhar com o problema da dificuldade de aprendizagem dos alunos. O tempo passou e os problemas continuavam. Os meus alunos não aprendiam, não queriam aprender, não gostavam da disciplina de física, e o sentimento de fracasso como professor me perturbava. Inconformado, busquei respostas em conversas com outros professores, e percebi que os problemas vivenciados por mim, eram os mesmos vivenciados por eles e muitos outros professores.

Em 2012, ano em que me formei, comecei a trabalhar na rede particular de ensino, e os mesmos problemas que enfrentei na rede pública, também os encontrei na escola que acabara de me contratar. Constatada a dificuldade que os alunos apresentavam em relação à disciplina, decidi começar a utilizar os experimentos de demonstração na tentativa de deixar as aulas mais atrativas e participativas.

Diante daquela realidade, percebi que de toda minha trajetória discente no ensino médio, não tinha sequer uma lembrança de ter realizado, nem observado, alguma atividade experimental prática. Recordava-me apenas de algumas atividades experimentais sugeridas nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental, das quais raramente, os professores realizavam algum comentário.

Entre em um laboratório de Física quando ingressei na universidade como aluno de licenciatura em Física. Recordo-me que as atividades experimentais, que realizávamos, tinham caráter comprobatório. Limitavam-se ao desenvolvimento de habilidades experimentais para obtenção de boas medidas, análise e interpretação dos dados.

Como mencionado, comecei a lecionar em escolas públicas, mesmos antes de me formar, e a me preocupar com a dificuldade de aprendizagem em física, apresentada pelos alunos, que ficou evidenciada pela falta de interesse e dificuldade de aprendizagem nas minhas aulas e nas escolas, o que conseqüentemente, resultava em evasão escolar e elevados índices de analfabetismo científico. No ensino básico, aprende-se pouco da Física e, o que é mais grave, mesmo não conhecendo os assuntos/conteúdos da disciplina de Física, geralmente, se aprende a não gostar dessa disciplina.

Apesar de as escolas não disporem de recursos pedagógicos, nem infraestrutura, para o desenvolvimento de um trabalho melhor, percebi a necessidade da inserção de ações, no sentido de substituir/complementar o ensino de Física que era feito de forma

descontextualizada, fragmentada, baseado apenas na transmissão e acúmulo de informações desprovidas de significado conceitual para os estudantes. Decidido pela mudança, adotei uma metodologia que proporcionasse a aprendizagem partindo da compreensão dos conceitos físicos, por meio de discussões acerca dos conteúdos estudados.

Partindo do pressuposto de que a Física surgiu da própria experiência e se desenvolveu para explicar alguns fenômenos da natureza, contribuindo para obtenção de novos conhecimentos e recursos que podem colaborar para uma melhor qualidade de vida, procurei apresentar atividades experimentais em sala de aula, não só para efetivar demonstração e verificação, mas, sobretudo, para suscitar as discussões em torno do tema que estava sendo trabalhado.

No decorrer das minhas aulas percebi que os alunos começaram a gostar das minhas aulas e a pedir por mais aulas experimentais. Porém, no decorrer das mesmas, constatei que a realidade se mostrou bem mais complexa do que eu imaginava, em outras palavras, exigia maior preparação e conhecimento do assunto. Por mais que eu diversificasse as atividades experimentais demonstrativas, relativas a um determinado conteúdo, sentia que era preciso compreender melhor não só o que essas atividades poderiam proporcionar para o processo ensino e aprendizagem de Física, mas também a importância de uma maior aproximação entre conhecimentos científicos e conhecimentos espontâneos, porque mesmo que as aulas estivessem mais atrativas, e com os alunos gostando delas, a compreensão e, conseqüentemente, o emprego dos conceitos físicos estudados, em sala, no cotidiano, não estava acontecendo.

É conhecimento comum de que nas escolas, muitas vezes, o ensino praticado, particularmente nas aulas de Física, quase sempre, desconsidera a bagagem/conhecimentos que o aluno traz consigo, conhecimentos esses decorrentes de suas próprias observações e experiências de fatos cotidianos.

Na escola particular em que trabalho tem um evento chamado MICCAPHON (Movimento de Integração Científico - Cultural Aphoniano) no qual os alunos se organizam em pequenos grupos e são responsáveis pela elaboração, construção e apresentação de atividades experimentais, centradas em temas e atividades desenvolvidas em sala de aula, no decorrer do ano letivo, e concretizadas no último semestre com a realização da Feira de Ciências da escola. Uma coisa que sempre acreditei e ainda acredito é que a Feira de Ciências deve estar integrada no currículo escolar, sendo organizada desde o começo do ano letivo para que o momento da apresentação seja a

sistematização/comprovação da aprendizagem do conteúdo ministrado na sala aula.

Esse evento tem grande relevância pedagógica, não só por despertar a curiosidade e exploração ativa por parte dos alunos, mas também, por proporcionar a democratização e o acesso ao conhecimento científico e tecnológico, incentivando o interesse pela ciência e pelas relações entre os conceitos científicos e a vida. Mancuso e Leite Filho (2006), Lima (2005) e Pavão (2004) destacam a importância das Feiras de Ciências, realizadas pelos alunos, mediadas pelos professores e voltadas para a comunidade em que a escola está inserida. Para eles, constitui-se um dos meios mais completos e eficientes de divulgação e popularização da ciência. Sobre essa eficiência, Germano e Kulesza (2007, p.20) afirmam que “popularizar é muito mais do que vulgarizar ou divulgar a ciência. É colocá-la no campo da participação popular e sob o crivo do diálogo com os movimentos sociais”.

Tudo isso que vivenciei me ajudou, e muito, na formulação da hipótese de que a (falta de) motivação do aluno para o estudo da Física e o conseqüente problema com a aprendizagem estariam relacionados, principalmente, à forma como o ensino de Física é realizado nas escolas. Passei a acreditar que uma das maneiras mais frutíferas de enfrentar tais problemas era a construção do conhecimento pelo aluno, mediada pelo professor, por meio da inter-relação entre três coisas: o experimento, a teoria e o cotidiano.

Ingressei no programa nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (*MNPEF*) da Universidade Federal de Goiás (UFG) polo Catalão, no ano de 2014, com o objetivo de entender melhor a trama do processo ensino e aprendizagem de Física, apresentando uma proposta de construção de uma cartilha e/ou kit experimental com material de baixo custo e/ou fácil acesso, envolvendo todo o conteúdo de física do ensino médio, aplicá-lo em algumas salas, analisá-las e verificar fatores que dificultam a inserção das atividades práticas/experimentais em salas de aula no Ensino Médio.

Após reunião com meu orientador, fui convencido pelo mesmo que, para ter uma proposta viável, seria necessário delimitar o objeto de estudo. Optamos, então, por construir o manual de experimentos com materiais de baixo custo e materiais alternativos, apenas com conteúdo de eletromagnetismo que, na escola onde trabalho, é ministrado na terceira série do ensino médio; aplicá-los e analisar o envolvimento do aluno no desenvolvimento dos conteúdos da Física a partir de atividades experimentais de demonstração em sala de aula do Ensino Médio, visto que essas atividades podem ser utilizadas em meio à apresentação teórica, sem interrupção da abordagem conceitual que está sendo explorada na aula.

Os experimentos selecionados abordam temas que a meu ver são de maior

dificuldade para os (meus) alunos, principalmente na parte de compreensão/materialização dos conceitos. Conversando com vários professores durante meus anos de docente, percebi que não era apenas eu que havia encontrado essa dificuldade. Os conteúdos de eletromagnetismo exigem um alto grau de abstração que a maioria dos alunos, ainda, não tem e os quatro experimentos selecionados que compõem o roteiro experimental, abordam temas importantes e essenciais para a compreensão dessa parte da física, a saber: Campo Magnético e linhas de indução; Fontes de Campo Magnético – Experiência de Oersted; Força Magnética; Indução Eletromagnética – Lei de Faraday. Eles estão na ordem que são abordados nos livros didáticos, seguindo uma sequênciadidática.

3.2 - Sobre os Sujeitos e o Local de Realização do Estudo

Durante o primeiro semestre de 2016, as turmas A (22 alunos) e B (24 alunos), da terceira série do Ensino Médio, no Colégio e Faculdades Aphonsiano, localizada na cidade de Trindade-GO, foram submetidas às atividades com as quais se buscou promover a integração teoria-prática, identificando e relacionando o conhecimento prévio dos alunos. Essas atividades foram desenvolvidas com o objetivo de facilitar a aprendizagem dos conteúdos escolhidos para compor o roteiro experimental, que é o produto educacional do autor desta dissertação. Os alunos dessas turmas são, em grande parte, interessados por física, porém têm muita dificuldade na matéria.

Alguns pontos importantes a registrar sobre o Colégio Aphonsiano:

- Contempla desde berçário, passando pelo fundamental I (um) e II (dois), Ensino Médio, Faculdades, com os cursos de graduação: Administração, Ciências Contábeis, Direito, Pedagogia, além de cursos de Pós-Graduação;
- Tem biblioteca que disponibiliza empréstimos de livros aos alunos;
- Possui laboratório de informática, onde os alunos e os professores só precisam marcar horário para utilizá-lo;
- Não possui laboratório de Ciências.

Ambas as turmas (A e B), da terceira série, tiveram aulas ministradas de forma tradicional: aulas expositivas com o uso do livro didático, quadro negro e giz, o diferencial foi à realização dos experimentos e das situações problemas colocados/levantados por mim, professor das turmas, na tentativa de observar o conhecimento prévio dos alunos, além de despertar a curiosidade deles, pois

Para o professor apaixonado, mais importante que buscar discípulos

submissos, trata-se de encontrar curiosos fiéis à investigação na tentativa de que o conhecimento se movimente, se desarranje e, então, como na arte, se represente e adquira novos significados (SILVA, 1994).

3.3 - Sobre as Aulas

As aulas foram constituídas de três etapas: a primeira foi a aula expositiva, tradicional, na qual o conteúdo foi ministrado ao aluno; a segunda consistiu da explicação acerca da maneira como o experimento foi montado e sobre seu funcionamento; a terceira e última etapa foi reservada para a condução da atividade experimental propriamente dita, na perspectiva deste estudo. Nessa etapa, os conceitos físicos foram retomados e discutidos durante a realização do experimento, com o apoio das questões diretrizes que compunham as situações-problemas contidas no Roteiro Experimental, produzido por mim, professor da turma, e que lhes foi fornecido. O roteiro é o produto educacional, que se encontra na parte de descrição do produto, em anexo nessa dissertação.

Os diálogos e as aulas expositivas levaram ao desenvolvimento das atividades experimentais, sempre preocupado em mostrar os fenômenos, identificando-os na vivência dos educandos na qual não são notados ou são mal interpretados no contexto científico.

Os materiais e as montagens experimentais foram integrados às aulas teóricas com o objetivo de levar o aluno a estabelecer relação com os fenômenos físicos presentes em seu cotidiano e também com seu “provável” conhecimento prévio sobre o conteúdo contido no experimento. Esse procedimento busca facilitar a aprendizagem mais significativa dos conteúdos em questão. Isso se justifica, porque

(...) as atividades experimentais permitem aos alunos o contato com o objeto concreto, tirando-os da zona de equilíbrio e colocando-os em zona de conflito, construindo mais conhecimentos e posteriormente retornando a zona de equilíbrio (CUNHA, 2002 apud CAMPOS et al., 2012, p. 5).

Com o intuito de alcançar alguma melhoria na relação ensino-aprendizagem é que todos os envolvidos nesse processo: pesquisadores, professores e alunos devem estar engajados e comprometidos com a melhoria do ensino como um todo, procurando meios para a promoção de uma aprendizagem mais significativa.

Não houve pré-teste para identificar o conhecimento prévio dos alunos acerca do assunto que seria mostrado em sala de aula. Na verdade, foi uma sondagem por meio de um diálogo com os alunos. No começo da pesquisa, foi observada a conduta dos alunos perante a mudança da rotina na sala de aula e das próprias aulas e, ao longo dos trabalhos,

por meio de avaliações bimestrais, as quais a escola onde trabalho não “abre mão” como prova de conhecimento adquirido.

A preparação dos aparatos para a realização das atividades experimentais foi feita, antecipadamente por mim, em minha casa. Os alunos receberam os roteiros contendo um texto com os fundamentos teóricos (**observação:** apesar de os alunos da escola terem o livro didático, optei por esse roteiro para que algum colégio que não adote o livro, possa fazer uso desse produto educacional) e a situação-problema consistindo de um conjunto de questões a serem respondida. Os alunos também foram instigados, o tempo todo, a estabelecer a relação entre o conteúdo teórico e a prática experimental.

A primeira atividade experimental abordada foi o estudo de Campo Magnético e a visualização das linhas de Indução Magnética, a qual é possível observar o limite de atuação do campo de força. Os conceitos envolvidos foram abordados com o dispositivo intitulado de Campo Magnético 3D.

A segunda atividade experimental envolveu dois experimentos que tratam do mesmo assunto: um é o sobre o Experimento de Hans Christian Oersted; outro um eletroímã. Essa atividade se desenvolveu, basicamente, em torno do estudo do campo magnético devido à presença de corrente elétrica.

A terceira atividade experimental abordou o surgimento de uma força intitulada força magnética devido ao condutor percorrido por uma corrente elétrica na presença de um campo magnético. Essa atividade, assim como nas outras, se desenvolveu essencialmente, em termos de observações dos fenômenos.

A quarta e última atividade experimental foi também o último conteúdo de eletromagnetismo abordado no terceiro ano do ensino médio. Nessa atividade foi mostrado o surgimento de corrente elétrica através da variação do campo eletromagnético, lembrando que, originalmente, este experimento foi realizado por Michael Faraday, no século 19. Como as outras atividades experimentais, essa também foi demonstrativa, com o intuito do aluno materializar os conceitos e leis do eletromagnetismo, que se mostram muito abstrato.

3.4 - Sobre a Coleta de Dados

O estudo realizado, nessa dissertação, demandou a sistematização de todas as etapas do processo pedagógico por meio de instrumentos e processos metodológicos utilizados para conduzir, limitar e avaliar o trabalho executado pelos alunos.

Os processos e instrumentos metodológicos utilizados nesse estudo foram:

- Observação da postura dos estudantes perante as atividades experimentais,
- Registro dos eventos importantes ocorridos durante as aulas, avaliação formal (a escola onde trabalho não abre mão da avaliação formal);
- Questionário presente na seção: construção da situação-problema, presente nos roteiros de cada atividade, além dos questionários de opinião.

A observação da postura do aluno consiste em observação da motivação, do seu envolvimento com a aula, principalmente, no que se refere às atividades experimentais, enquanto o professor ministrava a aula do modo como for planejada.

A coleta de dados das observações da postura dos alunos e aqueles estritamente referentes ao desenvolvimento das atividades experimentais, foram registrados em um diário de bordo, o qual foi escrito toda vez que havia algo de importante a ser relatado e que ocorria durante as aulas. Esse diário foi extremamente útil para dar suporte à análise e interpretação dos dados. A saber, um diário de bordo é um caderno ou pasta no qual o estudante/pesquisador registra as etapas que realiza no desenvolvimento do projeto, eventos/observações importantes. Esse registro deve ser detalhado e preciso, indicando datas e locais de todos os fatos, passos, descobertas e indagações, investigações, entrevistas, testes, resultados e respectivas análises. Como o próprio nome diz, este é um diário que deve ser preenchido ao longo de todo o trabalho, trazendo as anotações, rascunhos, e qualquer ideia que possa ter surgido no decorrer do desenvolvimento do projeto, pois “diários guardam uma memória para si próprio ou para os outros, de um pensamento que se forma no cotidiano na sucessão de observações e de reflexões” (SOLDATI, 2005).

Bimestralmente realizaram-se avaliações escritas, abordando os conceitos relativos aos conteúdos nesse estudo. Essas provas seriam aplicadas, independentemente, desse projeto de pesquisa, pois é de praxe a realização da mesma como método avaliativo.

No geral, os alunos demoraram a responder as avaliações, provavelmente por medo de nota baixa, reprovação ou por estarem preocupados em se recuperar dos bimestres anteriores, nos quais não haviam obtido a média mínima para suas aprovações.

A primeira avaliação foi feita somente das três primeiras atividades experimentais, devido ao cronograma da escola (obs: devido ao cronograma escolar, o conteúdo da 4ª atividade experimental, só caiu na segunda avaliação). Recordando essas atividades: Campo Magnético, Experimento de Oersted (campo produzido por corrente elétrica em um condutor, nos livros geralmente é um tópico chamado de “fontes de campo

magnético”) e Força Magnética. Essa avaliação foi aplicada no primeiro bimestre.

Esta primeira avaliação teve por objetivo verificar se houve melhoria na aprendizagem de conceitos pelos alunos, em caso afirmativo, creditar essa melhora ao fato deles terem sido submetido ao uso de atividades de demonstração durante o processo de ensino-aprendizagem ao longo do semestre, na forma como havia planejado. Os resultados dessa avaliação também serviram para escola promover, ou não, os(as) alunos(as) para série seguinte. No caso de alunos do terceiro ano do ensino médio, como foi o caso dos que participaram dessa pesquisa, receberem ou não o diploma de conclusão do ensino médio.

Reconhecida como um instrumento importante para essa pesquisa, realizou-se uma segunda e última avaliação, que conservou as mesmas características da primeira avaliação, nela foi abordado o experimento de Faraday, que nos livros didáticos, o conteúdo tratado neste experimento é intitulado de Lei de indução de Faraday. Essa segunda avaliação teve dois objetivos: o primeiro foi avaliar o aproveitamento dos alunos diante do experimento; o segundo compor a nota bimestral dos alunos.

Finalizando a execução de todas as atividades experimentais, aplicação das avaliações e questionários com situações-problema, contidos nos roteiros, os alunos foram convidados a responderem o questionário de opinião, constando de 10 (dez) questões, tanto de múltipla escolha quanto questões abertas. O objetivo desse questionário era recolher informações sobre a opinião dos discentes a respeito dessas atividades experimentais, além de saber se eles aprovaram a mudança na rotina dentro da sala de aula, durante o primeiro semestre de 2016. Reiteramos sobre a necessidade de responder os questionários com respostas claras e francas para que tivesses dados confiáveis sobre o trabalho desenvolvido.

3.5 -Considerações

Como vimos ao longo deste capítulo, o desenvolvimento da pesquisa foi realizado em uma escola privada na cidade de Trindade, no estado de Goiás, onde o autor dessa dissertação é professor há 4 (quatro) anos, motivado pelo fato dos seus alunos não se saírem bem nos conteúdos de eletromagnetismo. A pesquisa foi, essencialmente, a aplicação do roteiro contendo 4 (quatro) atividades experimentais, a saber: Campo Magnético e linhas de indução; Fontes de Campo Magnético – Experiência de Oersted; Força Magnética e o último, Indução Eletromagnética – Lei de Faraday. Eles foram selecionados pelo fato de abordarem os conteúdos-chave do eletromagnetismo.

A pesquisa dessa dissertação teve o caráter predominantemente qualitativo. A coleta de dados foi feita mediante a resolução das avaliações formais, respostas a perguntas das situações-problemas, contidas no roteiro de cada atividade experimental, diário de bordo e da resposta do questionário de opinião.

A seguir, no próximo capítulo, intitulado de Resultados e Análise de Dados, serão apresentadas as perguntas e algumas respostas tiradas das avaliações feitas pelos alunos, bem como das respostas apresentadas por eles a respeito das situações-problemas e respostas dos questionários de opinião. Também serão apresentados gráficos estatísticos e a interpretação dos mesmos.

Capítulo 4 - Análise e Interpretação dos Dados

A partir deste capítulo, a linguagem deste trabalho adquire um caráter mais pessoal porque, nele, se propõe a relatar a experiência do autor desta dissertação enquanto docente do Ensino Médio, as conversas e decisões tomadas com seu orientador durante o desenvolvimento desse trabalho, além das conversas do professor com seus alunos, durante a aplicação das atividades experimentais, em sala de aula.

ANÁLISE DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

A primeira atividade que compõe o roteiro experimental consistiu em mostrar a configuração das linhas de indução do campo magnético de um ímã em barra e as características desse tipo de campo.

Primeiramente, antes da execução da atividade experimental foi dada a aula expositiva do conteúdo; em uma segunda etapa, foi explicado como o experimento foi montado e como funciona; e na última etapa, que se consistiu na execução da atividade, foram apresentadas as perguntas que compõem a seção de situação-problema aos alunos. O objetivo, dessas atividades, era sondar o universo dos conhecimentos adquiridos pelo aluno, após a aula teórica, o conhecimento espontâneo e prévio dos alunos sobre o conteúdo em questão, como também de servirem como diretrizes.

Com as perguntas da situação-problema, foi possível identificar que alguns alunos sabiam fazer relação entre campo magnético e campo gravitacional, além da diferença entre eles. Por exemplo, quando perguntei aos alunos o que entendiam sobre a relação entre os dois campos, escutei alguns falarem:

Acho que eles (ímãs) não precisam de contato para exercer força, igual o campo da terra. É isso professor?

Professor, o ímã atrai de um lado e repele do outro, a terra não faz isso!

Quando perguntei qual a utilidade do campo de um ímã no seu cotidiano, apenas uma aluna falou algo relacionado com essa pergunta e do funcionamento da bússola.

Uai, acho que serve para guiar a bússola professor, serve também para fazer a aurora boreal, vi isso num filme!

Mas ela não soube explicar o funcionamento da bússola e nem como o campo magnético influencia as partículas carregadas oriundas do sol. Mesmo depois da aula teórica, os alunos não conseguiram associar o funcionamento da bússola com a influência do campo magnético da terra sobre ela. Quando foi perguntado a eles como é o formato do

campo, nenhum aluno soube explicar.

Após realizarmos a atividade experimental de campo magnético, percebi que eles ficaram empolgadíssimos (figura 4.1 e 4.2). Ouvi alguns dizerem:

Que massa! Olha isso!

Nossa, os do livro são só de pozinho de ferro em cima da folha, não mexem!

Os livros didáticos trazem figuras de limalhas de ferro na presença de campo, mostrando as linhas de indução magnética, no entanto, os alunos puderam vê-las em 3D utilizando o experimento. Esse era o objetivo principal desse experimento, mostrar as configurações das linhas de indução em 3D.

No final dessa aula, foram coletadas as respostas dos alunos acerca das perguntas da situação-problema. É importante ressaltar que a maior parte dos alunos atingiu bons resultados e que alguns não deram conta de responder coerentemente as perguntas, confundiram e misturaram as definições.

Tivemos um contratempo, um aluno deixou a garrafa contendo a mistura de água, açúcar e o pó das fitas magnética cair e começou a vazar, fui correndo na cozinha da escola pegar uma garrafa pet para transferir o líquido, no entanto, não influenciou na execução da atividade experimental (figura 4.1 e 4.2).



Figura 4.1 - Execução do experimento de campo magnético 3D – Turma A.

Fonte: Elaborada pelo autor.



Figura 4.2 - Execução do experimento de campo magnético 3D – Turma B.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na segunda atividade experimental, intitulada de EXPERIMENTO DE HANS CHRISTIAN OERSTED, na qual aborda o surgimento de campo magnético em condutores percorridos por corrente elétrica, houve um diferencial, além deste experimento, fizemos um eletroímã, apesar deste também estar contido no plano de aula do produto educacional, estes experimentos foram executados seguindo exatamente como na primeira atividade, ou seja, antes da execução da atividade experimental, foi dada a aula tradicional, com exposição do conteúdo; em uma segunda etapa, foi explicado como fora construído o experimento e como funciona; e na última que se consistiu na execução da atividade experimental em si. Depois foram apresentadas as perguntas da situação-problema aos alunos que tiveram como objetivo sondar o universo dos conhecimentos adquirido pelo aluno após a aula teórica, o conhecimento espontâneo e prévio dos alunos sobre o conteúdo em questão, além de servirem como diretrizes.

Com as perguntas da situação-problema foi possível identificar que quase todos os alunos sabiam o que era corrente elétrica. Por exemplo, quando foi abordado o conceito de corrente elétrica, nas duas turmas a maioria falou em berros:

É o movimento ordenado dos elétrons num condutor. Vimos isso na aula de eletricidade do professor Renato. Ele já deu isso pra gente!

Nós, professores, quando perguntamos algo que os alunos sabem, percebemos que eles têm o prazer de falar o que é e, geralmente, fazem isso aos gritos.

Teve uma fala que me chamou atenção, que foi de um aluno da turma B:

Professor, se campo magnético é criado em condutores, então, é assim que eles

desligam os ímãs dos Ferros Velhos? Sempre quis saber como que eles faziam.

Professor, como seria possível o Magneto do X-Men criar campo magnético então? Ele teria de fazer seus elétrons se deslocarem quando ele quisesse? Sei não viu professor, acho isso impossível!

Percebi que ele, não só conseguiu entender os conceitos acerca do conteúdo da aula teórica, como também associá-los a fatos corriqueiros.

Prossigui à aula executando os experimentos. Logo em seguida, os alunos puderam interagir com eles e, então, perguntei para os alunos da turma A se eles conseguiam fazer alguma aplicação desses fenômenos na indústria. Na turma B, só ressaltai a fala do aluno sobre o ferro velho. As respostas que mais me chamaram atenção na turma A foram as seguintes:

Uai, professor, ferro velho né?

Separação magnética, vi isso na química, nos tipos de separação de misturas.

Acho que deve ter indústria que usa eletroímã pra erguer coisas pesadas, igual guindaste.

Notem, por meio das respostas, que os alunos tiveram boas ideias para aplicação na indústria para o eletroímã e fica nítida, então, a intenção de fazer os educandos exteriorizarem suas ideias. Ressaltando as palavras de Coelho et al., (2008, p. 18):

A própria ação é, então, fonte de conhecimento. Ao realizar os experimentos e fazê-los funcionar, o conhecimento é aplicado numa situação real, favorecendo uma contextualização dos conceitos e uma efetiva aprendizagem. Essas situações permitem que se estabeleça uma relação entre o mundo simbólico e conceitual e o referencial empírico, sinalizando como o experimento pode ser importante na construção do conhecimento.

Nenhum aluno soube responder quais as características do campo magnético, gerado na experiência com o fio reto. Eles viram a bússola declinar, mas não conseguiram responder. Penso que se usarmos o primeiro experimento (campo magnético 3D) para isso, seria interessante, no entanto, teríamos de criar um campo mais intenso, pois as partículas imersas na solução não se mexem com facilidade.

Finalizando a aula, prossegui e, como na primeira atividade experimental, recolhi as respostas das perguntas da situação-problema para analisá-las. Apesar dos alunos não terem conseguido responder a segunda pergunta, a saber: *Identifiquem, neste experimento, as principais características do campo magnético que surgem através de corrente elétrica*, eles se saíram bem nas demais. Como houve uma interação entre os alunos, pode ser que suas respostas foram coletivas (um respondeu o que o outro falou), apesar de que

foi pedido a eles que só respondessem caso soubessem, pois não valia nota.

A terceira atividade experimental teve por objetivo materializar os conceitos de força magnética, por isso foi mantido o mesmo padrão das aulas anteriores. Isso se deu pelo fato de que as outras aulas foram tão boas, que optamos em manter o mesmo esquema, ou seja, primeiramente, foi dada a aula com exposição do conteúdo utilizando o texto do livro didático, mesmo que no roteiro experimental tenha a seção chamada de respaldo teórico em que é explicitada toda teoria acerca do conteúdo trabalhado no experimento a ser executado; em um segundo momento, foi explicado como fora construído o experimento e como funciona; e na última etapa que se consistiu na execução da atividade experimental em si, foram apresentadas as perguntas da situação- problema aos alunos. Essas atividades tiveram como objetivo sondar os conhecimentos adquiridos pelos alunos após a aula teórica, o conhecimento espontâneo e prévio dos alunos sobre o conteúdo em questão, além de servirem como guia.

Por meio das perguntas feitas, foi possível observar que os alunos da turma A não souberam muito bem diferenciar os tipos de força. No entanto, na turma B, boa parte dos alunos souberam diferenciar a força magnética da força gravitacional. Na turma B:

Na gravitacional só cai para o centro (atrai), na magnética pode repelir.

Entretanto, os alunos das duas turmas conseguiram falar algo acerca do que as forças têm em comum. Escutei muitos dizerem:

Todas elas precisam de campo, sem ele não têm elas.

Acho que precisa de corrente né professor? No experimento de campo magnético, lembro que o senhor falou da aurora boreal, que o campo magnético da terra repele as partículas carregadas.

Prosseguindo a aula, primeiramente, coloquei o condutor no cavalete (figura 4.3), mas sem conectá-lo à tomada. Ao observarem, os alunos falaram:

Uai, não aconteceu nada!

O experimento tá estragado professor? Acho que o fio é pesado né professor? É o imã que é fraquinho!



Figura 4.3 - Conductor no cavalete (vista A).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Percebe-se que ninguém conseguiu relacionar o fato de o cavalete não estar conectado, no entanto, quando fiz a conexão na tomada, o condutor quase não se mexeu, isso foi proposital. Percebe-se, na figura 4.3, que o condutor é diferente do que está na figura do roteiro. Neste, o condutor é fino, isso porque o peso do condutor influencia no experimento, pois o campo gerado é fraco e, conseqüentemente, a força magnética é diminuta. Os alunos insistiram em dizer:

Tá vendo gente? Falei que era fraquinho (Campo magnético)!

Então, coloquei o condutor que estava no plano de aula (figura 4.4), e finalizei o experimento.

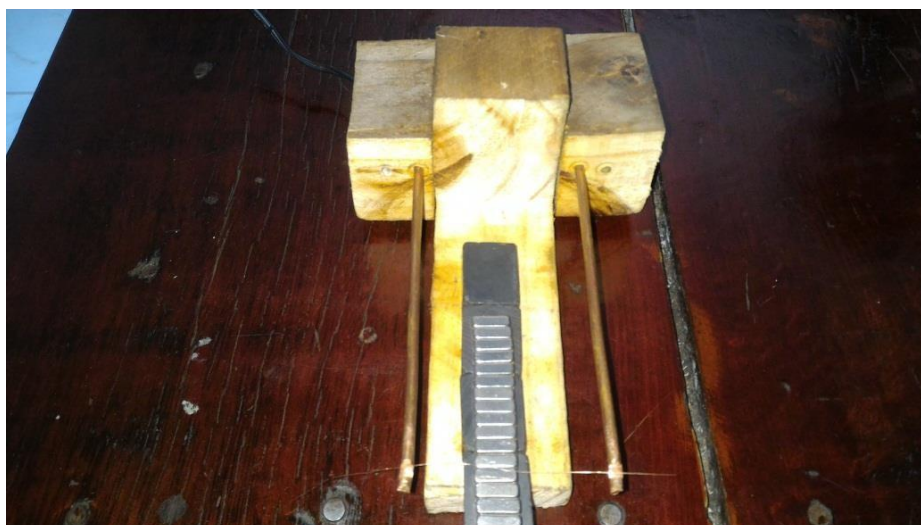


Figura 4.4 - Conductor no cavalete (vista B).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Observei um alvoroço nas duas salas quando coloquei o condutor fino e ele se deslocou. As falas que mais me marcou foram:

Falei, era o fio que era grosso demais!

Mas pode ter sido o campo que era fraco pra ele!

Percebe-se que ambas as falas foram coerentes e que o objetivo do experimento foi alcançado, pois os alunos conseguiram manifestar seus pensamentos e eles tinham sido bem próximos do que realmente tinha acontecido na atividade experimental.

Fazendo análise das respostas recolhidas acerca das perguntas da situação-problema, percebi que os alunos apresentaram maior agilidade em respondê-las e as mesmas apresentaram menor incoerência se comparada com as outras. Acredito que isso se deve ao fato de que o conteúdo pertinente ao experimento, no nível e da forma como fora tratado nas aulas, não apresenta o mesmo nível de complexidade que os demais, isso associado também ao fato de que as discussões feitas durante a aula foram conduzidas no sentido de preparar os educandos para dar a devida importância aos aspectos conceituais e fenomenológicos, retirando-se da ideia de resolver problemas “usando as equações certas”.

Na última atividade, foi trabalhada a lei de indução de Faraday, os alunos se mostraram bastante empolgados, pois se trata de um conteúdo presente no cotidiano deles, visto que, indução eletromagnética é o fenômeno utilizado na geração de energia elétrica. Antes de introduzir o conteúdo, foi perguntado se alguém sabia como é gerada energia elétrica nas usinas hidroelétricas, muitos falaram:

Uai, converte a energia mecânica da água em eletricidade.

Então, perguntei:

Quero saber como a eletricidade surge nesse processo? Como a energia mecânica se transforma em eletricidade?

Ninguém soube responder. Percebi que a primeira resposta deles deve ter sido fundamentada da aula de mecânica do primeiro ano do ensino médio. Nessa etapa da vida escolar do aluno, geralmente, quando falamos sobre a conservação da energia mecânica damos o exemplo da transformação da energia potencial acumulada, a água contida nas represas em energia cinética e esta realiza trabalho ao mover as pás nas usinas hidroelétricas, mas não falamos do fenômeno envolvido nesse processo.

A aula foi prosseguida, o conteúdo foi lecionado e retomei a pergunta. As respostas dadas pelos alunos foram meio mecânicas. Eles reclamaram que é difícil imaginar isso acontecendo realmente.

Ah não professor, não consigo imaginar isso não. Como assim? A pá gira e surge

corrente elétrica?

Isso acontece mudando o fluxo magnético, já que o ímã está envolvido pelas espiras.

Executei o experimento de indução (figura 4.5 e 4.6), mostrando a dependência da corrente com a variação do fluxo magnético que atravessa a espira. Quando estava realizando a experiência, os alunos ficaram extremamente fascinados, quando a luz LED ligava e desligava à medida que ia girando a espira, as falas dos alunos foram diversas:

Acho que tá tendo transferência de energia via wi-fi. Ah tá, quando gira a espira, muda o fluxo magnético.

Nossa professor, a luz apagou quando o senhor virou a espira toda! (Figura 4.6) Que massa! Agora entendi lá na usina. A sua mão tá funcionando como a água que gira a espira.

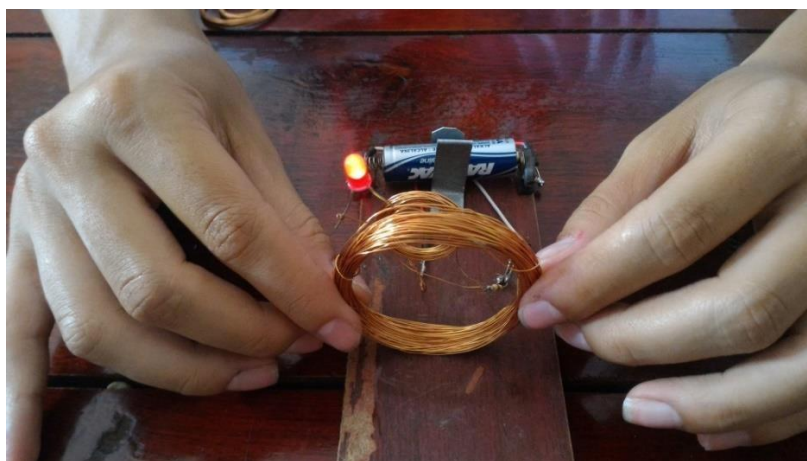


Figura 4.5 - Experimento de indução magnética (LED ligado).

Fonte: Elaborada pelo autor.

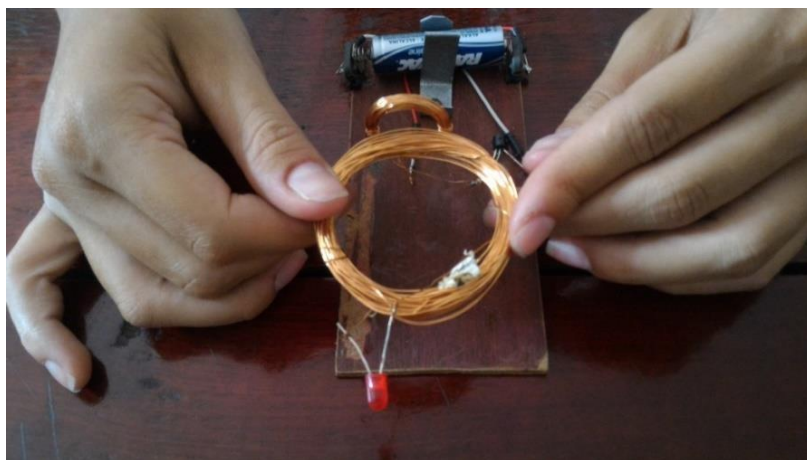


Figura 4.6 - Experimento de indução magnética (LED desligado).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Durante a atividade experimental, ressaltamos todas as características acerca do conteúdo de indução, entre elas, a dependência do número de espiras com a intensidade da corrente, do tipo de condutor, da dependência entre o ângulo formado entre a normal com o campo magnético, da intensidade do campo. O diferencial é que pudemos notá-los e vivenciá-los, objetivo principal deste e dos outros experimentos.

Logo em seguida, deixei os alunos interagirem com o experimento (figura 4.7, 4.8 e 4.9), isso é algo impossível de não acontecer, pois eles ficam ansiosos para mexerem, ver se tem algum “truque”.



Figura 4.7 - Experimento de Faraday (foto 1).

Fonte: Elaborada pelo autor.



Figura 4.8 - Experimento de Faraday (foto 2).

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 4.9 - Experimento de Faraday (foto 3).

Fonte: Elaborada pelo autor

Os alunos se sentiram motivados e curiosos durante a aula, sempre me interrompiam para fazer perguntas e falar o que estavam pensando, a saber:

Nossa professor! O senhor vai fazer mais experimentos iguais a este né?

Esse foi o melhor de todos, pois a gente pôde notar que a luz acendeu e apagou quando o senhor girava a espira. É a dependência do ângulo né?

Olha quando eu coloco a espira paralela ao campo a luz apaga, é porque o ângulo formado entre essa tal de normal e o campo é de 90° . Tá vendo gente, sou fera!

No entanto, uma fala que me deixou animado e que resume os objetivos de usar uma atividade de experimental durante a aula foi a de uma aluna da turma B:

Professor, sabe o que me deixa impressionada? É que o senhor se preocupa se a gente está entendendo o conteúdo ou não, pois traz esses experimentos para mostrar que as teorias que vemos nas aulas do livro (teóricas) realmente existem e funcionam. É difícil pra gente visualizar esse trem na vidareal!

ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Com a finalidade de saber a opinião dos alunos a respeito da inserção das atividades experimentais para melhorar as aulas, foi aplicado um questionário de opinião. As duas turmas responderam a esse questionário, cujos itens são apresentados a seguir.

1ª – Você já havia participado de alguma atividade experimental acerca de algum conteúdo de física?

Sim Não

Dos 46 alunos, 37 deles responderam que “sim”, cerca de 80,43%, um número relativamente alto. Isso se dá devido a escola ter um evento anual chamado, Movimento de Integração Científico-Cultural Aphonsiano (MICCAPHON), em que os alunos são incentivados a construir/reproduzirem experimentos na área da química e/ou física. O restante dos alunos que responderam “não” são alunos que são oriundos de outro colégio que, provavelmente, não existelaboratório.

2ª – Há laboratório de ciências na sua escola? Sim Não

Nesta questão foi unanime a resposta, não há laboratório. Apesar de que muitos afirmaram que os professores de química, biologia e física as vezes levam experimentos para a sala de aula.

3ª – Com que frequência você usa o laboratório de ciências?

Nunca Raramente Sempre

A resposta desta questão remete à segunda pergunta do questionário, ninguém usa laboratório de ciências, pois a escola não tem. Porém essa pergunta já estava no questionário e procuramos mantê-la.

4^a – As atividades experimentais ajudaram a melhorar sua compreensão dos conceitos científicos abordados? Em caso afirmativo, resalte algum.

Todos os 46 alunos responderam afirmativamente essa pergunta. Os argumentos mais coerentes foram estes:

Aluno A: Eles nos ajudam a visualizarem teorias difíceis de imaginar!

Aluno B: Eu gosto porque posso ver e sentir nos experimentos as leis que trabalhamos nos livros!

Aluno C: Acho bacana porque a aula fica mais divertida, diferentes, a gente sai da rotina!

Aluno D: Parece que o professor fica melhor para explicar.

Aluno E: Ah, eu gosto porque o entendimento da matéria fica melhor!

É nítido nestas falas que os alunos aprovam o uso de experimentos nas aulas por inúmeros motivos, e todos se convergem para um principal, que é o de materializar os conceitos abstratos tratados nas inúmeras teorias científicas.

5^a – Quais os pontos positivos que você acha das aulas experimentais?

Acerca dessa questão, o que mais se evidenciou, foi que as aulas se tornaram mais divertidas, dinâmicas e interativas, tanto entre os próprios alunos, quanto entre o professor e a turma.

6^a – Você percebeu/ notou algum ponto negativo na utilização das atividades experimentais durante as aulas? Se sim, elucide alguma.

Sim

Não

Surpreendentemente nenhum aluno apontou aspectos negativos. Esperávamos que, depois de passarem pelo estranhamento inicial, os alunos fossem se envolver e gostar mais das aulas tal como foram implementadas, porém nenhum aluno comentou este fato.

7ª – Em sua opinião, as atividades experimentais deveriam acontecer mais frequentemente?

Foi unânime a resposta positiva a esta pergunta, apontaram aspectos que foram mencionados anteriormente, tais como: divertidas, descontraídas, materializa conceitos e leis da física, melhoram a aprendizagem de conceitos, entre outros.

8ª – Em sua opinião, porque as aulas experimentais não acontecem com frequência?

Para essa pergunta, as respostas foram inúmeras, mas as que se destacam foram:

Aluno F: Fica caro pra escola compra as coisas pra fazê-los.

Aluno G: Acho que o professor não tem tempo de ficar caçando esses experimentos e montá-los

Aluno H: Deve ser trabalhoso ficar procurado esses experimentos na internet.

Aluno I: A escola não quer gastar com a gente, comprar essas coisas deve ser caro. Aluno

J: Não tem laboratório na escola e o dono não vai gastar dinheiro com isso.

É notório, pelas respostas dadas pelos alunos às questões do questionário, que o significado e sentimento em relação às atividades experimentais durante aulas, para eles, têm grande apreço. Que veem os experimentos como facilitador da aprendizagem.

4.1 - Considerações

Diante das percepções, em sala de aula, e dos acontecimentos durante a realização das atividades experimentais supracitados, verificamos que a utilização dos experimentos de eletromagnetismo, feitos com materiais de baixo custo e materiais alternativos, na terceira série do Ensino Médio, mostrou-se uma boa ferramenta de ensino-aprendizagem, pois possibilitou tanto ao professor, quanto aos alunos, uma aula mais dinâmica, interativa, materializadora de conceitos e, principalmente, barata e fácil de construir, planejar e executar.

Consideramos a experiência desse estudo como uma boa indicação, portanto, o uso de experimentos demonstrativos de baixo custo, em sala de aula, pode ser usado como ferramenta de ensino. Informamos, aos que desejam utilizar o roteiro, que este estará disponível no site da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Ressaltamos ainda aos que desejam utilizar essa estratégia de ensino que estudem e executem os planos de aula exatamente como mostrados, aqui, e que vejam, antecipadamente, os materiais utilizados e onde encontrá-los em sua região, pois, provavelmente, haverá variações de preços dos que foram aproveitados e ou adaptados para desenvolver os experimentos demonstrados nesta pesquisa.

Capítulo 5 – Retrospectiva, Desafios e Perspectivas

Neste trabalho introduzimos, em sala de aula, experimentos demonstrativos feitos com materiais de baixo custo e de materiais alternativos, para conteúdos abordados na Escola, especificamente conteúdos abordados na 3ª série do Ensino Médio, a saber: Campo Magnético e Linha de Indução; Fonte de Campo Magnético – Experimento de Hans Christian Oersted; Força Magnética; Lei de Indução de Faraday.

A ideia foi desenvolver um material que pudesse ser utilizado nas aulas, durante o ano letivo, e que os professores interessados pudessem ter livre e fácil acesso. Para isso desenvolvi um roteiro experimental que englobe temas de maiores dificuldades pelos alunos, experimentos fáceis de montar, executar e que pudessem ser utilizados durante a aula sem a necessidade de mudança de ambiente, além de serem feitos a partir de peças baratas e de materiais alternativos. Foram observadas dificuldades no processo de desenvolvimento do roteiro experimental que serão apresentadas neste capítulo. Logo após descrever essas dificuldades, indicamos as conclusões obtidas com a introdução dos experimentos na sala de aula e indicamos potencialidades e, por fim apresentamos perspectivas deste trabalho.

5.1 - Dificuldades e Desafios

5.1.1 - A escolha do tema (experimentos de eletromagnetismo)

Devido a minha experiência como professor, carreira que começou em 2009, e as conversas que tive com outros professores de física, percebi que um dos conteúdos de maior dificuldade para os alunos era o de eletromagnetismo, provavelmente pela falta de abstração por parte deles. Cheguei à conclusão de que eram raras as ocasiões que presenciei ou mesmo executei alguma experiência em sala de aula e, quando a fazia, era incrível a disposição apresentada pelos estudantes. No entanto, as escolas nas quais trabalhei não tinham laboratórios e, muito menos, materiais para executar experiências.

Outro fator que contribuiu para a escolha do tema deste trabalho, foi a dificuldade de encontrar lugares/sites que, continham na sequência desejada, experimentos na área de magnetismo, que fossem baratos, fáceis de serem construídos e executados.

5.1.2 - A criação do roteiro experimental

Alguns desafios que tive que transpor para construir esse roteiro foram: primeiramente, conciliar tempo, pois tenho uma carga excessiva de aula, devido a falta de profissional na minha cidade; ao todo eram 29 aulas semanais, além dos trabalhos que levava para casa: prova, trabalhos e atividades para corrigir.

Outro desafio foi vasculhar os sites da internet, livros didáticos a procura de experimentos de eletromagnetismo que fossem baratos, ou seja, feitos com materiais de baixo custo e/ou materiais alternativos; que englobassem os temas dos conteúdos abordados; que fossem fáceis de montar e executar; que não tivessem a necessidade de ambiente específico.

5.1.3 - Ocorrências durante a implementação das atividades experimentais

Em seguida, após a criação do roteiro experimental, já em mente que iríamos executar os experimentos depois da exposição do conteúdo, o empasse era que os alunos faltavam muito. Na primeira atividade experimental, faltaram 9 alunos, então, pedi para que eles não faltassem às aulas e, na sequência, refiz o planejamento de modo que as atividades experimentais fossem sempre aplicadas nos dias que menos alunos faltavam, geralmente às quartas-feiras.

Outro acontecimento foi que um aluno deixou cair o experimento da primeira atividade e, a partir desse dia, tive que ficar sempre monitorando os estudantes. Fora isso, não houve nenhum evento ou empecilho que nos chamou a atenção, muito pelo contrário, visto que as atividades foram muito bem executadas e, por esse motivo, alcançados os objetivos.

5.2 - Potencialidades

5.2.1 – Aspectos relevantes observados na realização das atividades experimentais

No colégio em que os experimentos foram realizados, houve nenhum problema, os quais enfrentei em outras escolas onde trabalhei. A saber, nas escolas da rede pública, onde trabalhei antes, quando o professor faltava ao serviço, existe uma prática comum que é colocar outro professor que está na escola para substituir o faltoso, ou seja, o docente que está na escola, fica cuidando de duas salas, ao mesmo tempo. E isso atrasava as aplicações

das atividades experimentais. O que não ocorre no colégio em que essas atividades foram aplicadas.

Um problema que deve ser ressaltado é em relação ao manuseio do experimento pelos alunos. Eles são, geralmente, estabados nessa hora e isso pode acarretar em algum acidente, fato acontecido na realização do primeiro experimento, quando um dos alunos deixou a garrafa que fazia parte da atividade experimental cair e teve que ir correndo à cozinha da escola buscar outra garrafa pet para transferir o líquido, antes que o perdesse totalmente.

Outro fato com que nos deparamos foi a angústia de “testar” uma nova estratégia de ensino em sala de aula, pois, era difícil precisar e antecipar o que poderia sair do planejamento, por se tratar de uma situação pouco vivida por mim, professor, e muito menos, pelos alunos. Apesar dos empecilhos supracitados, encontrados durante a aplicação das atividades experimentais, pudemos obter conclusões acerca de:

5.2.2 - As potencialidades da criação e utilização de experimentos durante as aulas

Nas etapas onde as atividades experimentais foram utilizadas como complementos as aulas teóricas, pudemos notar que os alunos conseguiam visualizar partes dos conteúdos antes vistos por eles apenas em livro didáticos, ou seja, só na teoria e, às vezes, relacionavam esses conteúdos com fatos do seu cotidiano, além de conseguirem antecipar explicações, como por exemplo, similaridades entre o campo gravitacional terrestre e o campo magnético, dentre outros.

Outro ponto importante a destacar foi o papel motivacional das atividades experimentais. Percebemos maior envolvimento dos alunos nas suas realizações e até mesmo nas aulas teóricas. Ao final do bimestre, pudemos perceber uma melhor argumentação dos alunos, eles passaram a escrever com mais coerência, isso se deu pelo fato deles passarem a responderem mais questões teóricas; antes eles só respondiam questões que envolviam cálculos, além de passarem a questionar mais durante a aula e na realização dos experimentos.

5.2.3 - O entendimento dos alunos acerca dos fenômenos eletromagnéticos

No final de cada atividade experimental, foram recolhidas as questões que compõem a seção de situação-problema. Essas tinham por objetivo, guiar as atividades experimentais e a maior parte dos alunos atingiu bons resultados à medida que as

atividades foram avançando.

Quanto aos fenômenos eletromagnéticos, percebemos um maior entendimento dos alunos, mais envolvimento deles durante as aulas, pois se sentiam motivados e empolgados, uma vez que eles participavam ativamente das aulas experimentais. Portanto, podemos afirmar que os objetivos foram alcançados, porque as preocupações foram a de motivar os alunos a participarem das aulas, a materializarem os conteúdos antes vistos apenas em ilustrações nos livros didáticos, fazer com que os alunos passassem a enxergar os aspectos fenomenológicos da física e não apenas a parte matemática.

Considerações Finais

Diante de todo o exposto, podemos verificamos que a utilização de um roteiro contendo experimentos demonstrativos de eletromagnetismo, feito de materiais de baixo custo e de materiais alternativos, durante as aulas no Ensino Médio, constitui-se de uma ferramenta viável e boa de ensino-aprendizagem, pois, ela atendeu à demanda do professor em sala de aula, possibilitando-o a adequar os experimentos de acordo com suas intenções e, principalmente, levou os alunos a compreenderem o conteúdo que, para eles, apresentava alto grau de dificuldade.

Apesar dos obstáculos encontrados e já mencionados, consideramos a experiência como uma boa metodologia de ensino, uma vez que usando os experimentos demonstrativos, durante as aulas teóricas como uma ferramenta complementar, o professor pode sistematizar e enriquecer os conteúdos teóricos. Além de ser uma boa maneira de fazer os alunos interagirem uns com os outros e fazer a aula mais atrativa, os experimentos auxiliam o professor no trabalho de conteúdos, antes vistos pelos alunos, como complexos, desinteressantes e fora da realidade.

Para aqueles que desejam construir um roteiro com experimentos, ou até mesmo apenas uma atividade experimental, orientamos que consultem seus alunos para que eles indiquem quais experimentos poderiam ser usados como objeto facilitador da aprendizagem, para o entendimento dos conceitos. Percebemos que seria interessante os alunos participarem da confecção dos experimentos, entretanto, notamos esta possibilidade um pouco tarde, já que essa observação só foi constatada depois de realizados os experimentos, assim não pudemos ter a participação dos alunos nessa fase. No entanto, de acordo com as sugestões e questionamentos dos alunos, pudemos mudar as questões contempladas nos experimentos; as questões das situações problemas; a maneira como abordava a teoria nos experimentos e até a participação dos alunos durante a realização das atividades experimentais.

Foi fornecida, aos alunos, uma visão integral dos fenômenos da Física não atentando apenas aos seus aspectos matemáticos, ademais nossa preocupação foi levar os alunos a perceberem a existência dos fenômenos sem exigir que eles se aprofundassem na parte matemática de forma extenuante.

Referências

- ALVES FILHO, J. P. **Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático.** Cad. Cat. Ens. Fís., v.17, n.2, p.174-188, ago. 2000a.
- ALVES FILHO, J. P. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista.** Tese. (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Florianópolis-SC, 2000b.
- ANGOTTI, J. A.; DELIZOICOV, D.; PERNANBUCO, M. M. Ensino de Ciências Fundamentos e Métodos. São Paulo: Cortez Editora, 2009.
- ARAÚJO, M. S.; ABIB, M. L. Atividades experimentais no ensino da Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, nº 2, p. 176 – 194. Junho, 2003.
- ARRIBAS, D. S. Experiências de Física ao Alcance de Todas as Escolas. Rio de Janeiro, FAE. P., p.146,1998.
- AXT, R. et al. A situação do ensino de Física em escolas de segundo grau na região de atuação da Unijuí. Espaços da Escola, v. 21, p. 41-45, jul./set. 1996.
- BORGES, A.T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 9-31, dez. 2002.
- CAMPOS, B. S.; FERNANDES, S. A.; RAGNI, A. C. P. B.; SOUZA, N. F. (2012). **Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 1. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/341402.pdf>. Acesso em: 09 Ago. 2012.
- CASTRO, C. M. A hora da sala de aula. Veja São Paulo, p. 67, 08 mai. 2002.
- COELHO, S. M.; NUNES, A.D.; WIEHE, L.C. N. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 7-34, abr.2008.
- FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira.** Dissertação de Mestrado. FEUSP-IFUSP, São Paulo, 1978.
- FERREIRA, S. L.; RABELO, F. C. **Importância Ambiental do Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis em Goiânia Goiás Brasil**, 2004.
- GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o 1º Grau.** São Paulo: Editora Ática, p232. 1990.
- GERMANO, M. G.; KULEZA, W. **A Popularização da Ciência: uma revisão conceitual.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n. 1, p. 7-25, abr. 2007.
- GROSSI, M. G. L.; VALENTE, J. P. S. **Educação Ambiental: Lixo Domiciliar – Enfoque Integrado Transdisciplinar.** 1.ed. São Paulo: Fundacentro. p. 129. 2001.
- LIBÂNEO, J. C. Adeus professor, adeus professora? Novas exigências educacionais e profissão docente. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- LIMA, M. E. C. **Feira de Ciências: a produção escolar veiculada e o desejo de conhecer no aluno.** In: Iniciação Científica: um salto para a ciência. Boletim 11. Jun. 2005. Disponível em: <http://tvbrasil.org.br/fotos/salto/series/150744IniciacaoCient.pdf>. Ministério da Educação – MEC. Acesso em 25/10/2015.

- MANCURSO, R.; FILHO. I. L. Feiras de Ciências no Brasil: uma trajetória de quatro décadas. In: Programa Nacional de Apoio a Feiras de Ciências da Educação Básica – FENACEB, MEC/SEB, Brasília, 2006, p. 84. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ens.Ned/fenaceb.pdf>. Acesso em: 25/10/2015.
- MARANDINO, M. **A Prática de Ensino nas Licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais**. Cad. Bras. Ens. Fís., n. 20 (2), p. 168-193, 2003.
- MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2006. 55 p, 123p.
- MORAES, A. M. e MORAES, I. J. **A avaliação conceitual de força e movimento**. Rev. Bras. Ens. Fís., n. 22 (2), p. 232-246, 2000.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Brasília. Ed. UnB, 1999.
- MOREIRA, M. A. “O mestrado (profissional) em ensino”. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**. Brasília: ano 1, n 1. Julho de 2004. p. 131-142.
- OPPENHEIMER, FRANK, CORREL, MALCOLM. *A library of experiments*. *Am. Jour. of Physics*. 32.220, 1964.
- PAVÃO, A. C. **Feira de Ciências: Revolução Pedagógica**. 2004. Disponível em: www.espaco-ciencia.pe.gov.br/espaco-ciencia/artigos/A19.html. Acesso em 25/10/2015.
- PIMENTEL, C.; SAAD, F.D. **Um laboratório de Física Básica para os alunos de Engenharia**. Atas do IV SNEF Rio de Janeiro, 1979.
- PINHO ALVES, J. F. **Atividades Experimentais: um instrumento de Ensino**. Mimeografado, UFSC, 1988.
- PISA 2001. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes: Relatório Nacional Brasília, dez. 2001. Disponível em <<http://www.pisa.oecd.org/NatReports/PISA2000/Brazilnatrep.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2003.
- SAAD, F. D. **O laboratório didático de física no ensino de física**. Tese de doutorado FEUSP-IFUSP, São Paulo, 1983
- SCHROEDER, C., **A Importância da Física nas Quatro Primeiras Séries do Ensino Fundamental**. Revista brasileira de ensino de física, v. 29, n. 1, p. 89-94, 2007.
- SERAFIM, M.C., **A Falácia da Dicotomia Teoria-Prática**. Rev. Espaço Acadêmico, 7. Disponível em <<http://www.espacoacademico.com.br>>, Acesso em 04 out. 2011.
- SÉRÉ, G.; COELHO. S. M.; NUNES. A. D. **O Papel da Experimentação no Ensino da Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 1, p. 31-43, abr. 2003.
- SILVA, M. C. P. **A paixão de formar: da psicanálise à educação**. Porto Alegre: Artes Médicas. 1994.
- SOARES, V.L. L. **Laboratório didático de Física no ciclo básico da universidade**. Dissertação de Mestrado. FEUSP-IFUSP, São Paulo, 1977.
- SOLDATI, M. Capoeira: *prevention et mediation educative auprès de jeunes en situation de risque au Brésil*. Genève: Université de Genève. Mémoire de licence. Septembre de 2005.
- THOMAZ, M.F.A **experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 17, n.3, p. 360-369, 2000.

- WATANABE, K. **Proposta de um modelo para o desenvolvimento experimental.**
Dissertação de Mestrado. FEUSP-IFUSP, São Paulo, 1980.
- WHITE, R. T. *The link between the laboratory and learning, International Journal of Science Education*, 18, 7, 761-774, 1996.
- YAGER, R. E. *The constructivist learning model. Science Teacher*, New York, v. 58, n. 6, p. 52-57, mar. 1991.