

Murilo Martins

**Proposta para recriar o experimento de Oersted com
materiais de baixo custo.**

Maringá

2014

Murilo Martins

**Proposta para recriar o experimento de Oersted com
materiais de baixo custo.**

**Monografia apresentada
à Universidade Estadual de Maringá – UEM,
como parte dos requisitos da disciplina Trabalho de
Conclusão do Curso de Licenciatura em Física.**

Orientador: Prof. Dr. Daniel Gardelli

Maringá

2014

Agradecimentos

A professora Alice, a qual deu a oportunidade de eu trabalhar no MUDI, e consequentemente no Show de Física – UEM, este que foi de extrema importância para a minha decisão do rumo que eu deveria seguir, optando pela Licenciatura ao invés do Bacharelado. Hoje me sinto realizado com a profissão de professor.

Agradeço também, aos meus colegas de curso Fernando, Mateus, Débora, Aline, Jackes, Jefferson, Robson e Flávia, os quais eu sempre tive como irmãos, o laço criado nesses anos de graduação certamente serão para o resto de nossas vidas.

Não teria como não agradecer aos meus familiares, eles nunca deixaram com que eu desanimasse, ver como meu pai e minha mãe dedicaram a vida deles para os meus estudos é algo que não tem como explicar, se estou aqui neste momento é porque os conselhos e os puxões de orelha serviram para tal fim. Isso é só o começo, OK?!

E por fim agradecer ao professor Daniel Gardelli, o qual pacientemente dedicou muito do seu tempo para me orientar, sempre com brilho nos olhos quando falávamos sobre essa intrigante área da Física que é o Eletromagnetismo.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| Introdução..... | 1 |
| 1. Justificativa | 3 |
| 1.1. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio | 4 |
| 1.2. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Física..... | 5 |
| 1.3. A importância da experimentação | 7 |
| 2. História | 12 |
| 2.1. A História da evolução dos conceitos do eletromagnetismo até Oersted | 12 |
| 2.2. O experimento de Oersted e a aparente quebra de simetria | 14 |
| 2.3. Física após o experimento de Oersted | 20 |
| 3. Aplicabilidade do experimento no Ensino de Física..... | 23 |
| 4. Reprodução do experimento de Oersted para o Ensino Médio, utilizando materiais de baixo custo | 24 |
| 4.1. Materiais necessários. | 24 |
| 4.1.1. Materiais Novos. | 24 |
| 4.1.2. Materiais Reutilizáveis. | 25 |
| 4.2. Elaboração do aparato experimental. | 25 |
| 4.3. Experiência | 30 |
| Conclusão..... | 38 |
| Bibliografia..... | 39 |

INTRODUÇÃO

A Física é reconhecida como uma disciplina de grande importância, o conhecimento de suas leis constitui um complemento indispensável para a formação cultural do homem contemporâneo, não só em virtude do grande desenvolvimento científico e tecnológico em que o mundo se encontra, como também porque o seu estudo leva o estudante a se relacionar melhor com o mundo que o cerca.

Esta é uma ciência que está presente em quase todos os momentos de nossa vida e pela natureza dos conhecimentos que podem ser adquiridos através da Física, esta disciplina deveria despertar o interesse dos estudantes e trazer satisfação de aprendizagem.

Mas, infelizmente, não é notado este contentamento quando alunos do Ensino Fundamental e Médio, ou ex-alunos destes cursos, manifestam suas opiniões sobre o seu relacionamento com a Física. (BONADIMAN; NONENMACHER; 2007)

Tendo isto em mente cabe aos professores e pesquisadores desta disciplina a busca de formas para promover uma mudança, que tornem o ensino e a aprendizagem de Física mais eficiente, adequando sua metodologia de ensino para que esta possa ser mais interessante, fazendo assim o estudo por parte dos estudantes mais prazeroso.

O uso de experimentos em sala de aula é uma forma de tornar mais agradável ao aluno o estudo desta disciplina, mas para tal, o professor deve estar preparado para a realização dos mesmos. Cabe ao professor saber também um pouco sobre a História que está por trás do experimento, para assim não passar para o aluno a visão de que ciência se faz só por algumas pessoas “iluminadas”, e sim que ciência se faz com a união dos conhecimentos adquiridos por toda uma geração.

O exemplo aqui adotado será o experimento que supostamente ilustra uma interação entre eletricidade e magnetismo, e que foi concebido pelo cientista natural Hans Christian Oersted, na primeira metade do século XIX, mais precisamente em 1820. Apesar de consumir mais de vinte anos da vida de Oersted em pesquisas, sua enorme contribuição costuma ser minimizada, pois se costuma dizer (erroneamente, como veremos) que seu êxito se deu de forma casual.

Iremos fornecer uma breve introdução histórica acerca da eletricidade e do magnetismo, bem como uma reprodução do experimento em questão adaptando-o aos tempos atuais. Faremos uso de materiais de baixo custo e, quando possível, recicláveis, desta forma esta experiência se torna acessível a todos os professores.

Considerando que se deve conhecer o passado para entender o mundo que nos cerca a importância deste trabalho de Oersted fica evidente.

1. JUSTIFICATIVA

A Física certamente é uma das matérias que apresentam maior dificuldade de aprendizagem pelos alunos do Ensino Médio, às vezes sendo vista com total desgosto, fazendo assim com que os mesmos não dediquem muito de seu tempo para o entendimento de conteúdos que envolvem tal disciplina. Deste modo, o índice de reprovação de alunos do Ensino Médio nesta disciplina costuma ser muito elevado, superando o índice de reprovação nas demais disciplinas escolares. Do mesmo modo, quando verificamos os acertos nas questões que envolvem Física nos vestibulares, verificamos que a situação é a mesma, resultando em um baixo número de acertos. (MEC/INEP)

O preocupante é que a Física está presente a todo o momento em nossas vidas, e assim deveria despertar o interesse de algum modo nos estudantes, já que o ser humano é curioso por natureza, mas não é isso que verificamos.

Questões, como estas, tem sido motivo de preocupação, ao longo dos anos e se está constantemente em busca de alternativas que tornem mais eficiente o ensino e a aprendizagem de Física. Sabe-se que muitos fatores influenciam na aprendizagem, entre eles, o significado atribuído aos conteúdos e a motivação para a aprendizagem.

Assim um bom preparo por parte do professor faz com que o aluno perceba a importância de tal assunto apresentado pelo professor, a utilização da história que envolve o conteúdo faz com que o aluno seja inserido no contexto e assim acompanhar como o conhecimento foi construído pelo cientista e pela comunidade acadêmica.

O uso de experimentos pode fazer com que aquela aula “maçante” que os alunos tanto reclamam seja transformada em algo interessante que estimule a interação entre os discentes e docentes, e desta forma faça com que a atenção do aluno ao assunto apresentado seja maior, porém não é uma fórmula milagrosa, pois uma aula expositiva pode até ser mais estimulante que uma aula experimental, dependendo de como o professor apresenta tais aulas.

Neste trabalho apresentaremos o momento histórico em que se encontraram uma relação entre a eletricidade e o magnetismo de forma empírica, usando-se o experimento de Oersted.

1.1 PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO

Por meio de um resumo histórico sobre a origem e o processo de elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para a educação brasileira, busca-se a compreensão sobre as tendências básicas apontadas pelo Ministério da Educação e sobre a fundamentação dos mesmos para a elaboração destes parâmetros para o Ensino Médio.

Processo de elaboração:

Especialmente após a participação do Brasil na conferência mundial de educação para todos, em 1990 na Tailândia, convocada pela UNESCO, UNICEF, PNUD e Banco Mundial, o Brasil se comprometeu a desenvolver propostas para ampliar as oportunidades de aprendizagem para crianças, jovens e adultos. Dessa conferência, assim como da Declaração de Nova Delhi — assinada pelos nove países em desenvolvimento de maior contingente populacional do mundo —, resultaram posições consensuais na luta pela satisfação das necessidades básicas de aprendizagem para todos, capazes de tornar universal a educação fundamental (BRASIL, 1999).

O Brasil e os demais países da América Latina, constatando o quanto de desvantagem em relação aos países desenvolvidos, no que se refere à escolarização e ao nível de conhecimento, estiveram empenhados em promover reformas na educação que permitissem superar tais desvantagens.

Os PCN, segundo o Ministério da Educação e Desporto, volume 1, [Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997], foram elaborados após o estudo de propostas curriculares de estados e

municípios brasileiros, a partir da análise realizada pela fundação Carlos Chagas sobre currículos oficiais e de informações sobre experiências realizadas em outros países.

Partindo desta análise, foi formulada uma proposta inicial que passou por um processo de discussão nacional durante os anos de 1995 e 1996. Das discussões participaram professores de universidades públicas e particulares, técnicos de secretarias estaduais e municipais de educação, especialistas e educadores.

A análise dos pareceres, das críticas e das sugestões, em relação ao conteúdo dos documentos, apontou a necessidade de implementação de uma proposta de educação nacional. A partir desse processo foram elaborados os PCN que contemplam todas as disciplinas essenciais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Nesta monografia a atenção se voltará apenas ao que estabelecem os PCN para o Ensino de Física, no nível médio, pois estes são os que norteiam este estudo.

1.2 PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA.

A Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional (lei 9.394/96) determina que o Ensino Médio seja a última etapa da educação básica e a resolução do conselho nacional de educação/98 organiza as áreas do conhecimento, sendo que a Física está incluída nas ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (BRASIL, 1999).

De acordo com os PCNs/99, o ensino tradicional de Física é realizado frequentemente, mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada do mundo vivido pelos alunos e professores, sendo vazio de significados. Consta ainda que é enfatizada a utilização de fórmulas em situações artificiais, desvinculadas de seu significado físico, é citada a resolução de exercícios repetitivos que visam o aprendizado pela automatização ou

memorização, sem que ocorra a construção do conhecimento e a aquisição de competências. O conhecimento é apresentado como produto acabado, fruto da genialidade de alguns cientistas, dando ao aluno a impressão de que não resta nenhum problema a resolver, as listas de conteúdos são demasiado grandes, dificultando o aprofundamento necessário e o diálogo construtivo. Entre outros, estes são motivos que justificam a necessidade de mudanças no Ensino de Física.

Moreira (2000) faz uma retrospectiva sobre as mudanças ocorridas no Ensino de Física no Brasil e no mundo na última metade do século passado. Até o final da década de 1950, “o Ensino de Física era referenciado por livros de texto”, a atividade experimental que o aluno desenvolvia era considerada importante, mas era baseada no livro-texto. Este foi considerado pelo referido autor como o “paradigma dos livros”. No início da década de 1960 surgiu o “paradigma dos projetos”, que teve início com o curso de Física *PSSC (Physical Science Study Committee)*, projeto de renovação do currículo de Física do Ensino Médio, publicado nos Estados Unidos, em 1960 e traduzido para o português em 1963. Este era um projeto curricular completo e inovador, destacando procedimentos físicos e a estrutura da Física. Na mesma época surgiram outros projetos curriculares para o Ensino de Física, na Inglaterra, nos Estados Unidos e no Brasil. Segundo o autor, o paradigma dos projetos não durou muito, mas ele não faz uma análise das possíveis causas deste fato, embora destaque a falta de uma concepção de aprendizagem nos projetos. Diz que os projetos foram claros quanto ao ensino, mas não houve preocupação sobre como se daria a aprendizagem. “Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural” (MOREIRA, 2000, p.95).

Na década de 1970 surgiu o “paradigma da pesquisa em Ensino de Física”, que se manifestou através do estudo das concepções alternativas, continuou nos anos oitenta, com o estudo da mudança conceitual e continua até nossos dias. O autor destaca, no final do século passado, o surgimento de pesquisa sobre temas

diversificados, como resolução de problemas, representações mentais dos alunos, concepções epistemológicas dos professores, formação inicial e permanente de professores. O mesmo autor cita, ainda, outras contribuições importantes para o Ensino de Física no nível médio, que ocorreram nos cinquenta anos enfocados na retrospectiva, tais como “Física do cotidiano”, “equipamentos de baixo custo”, “Ciência, Tecnologias e Sociedade”, “Historia e Filosofia da Ciência”, “Física contemporânea” e “novas tecnologias”. Devido à coexistência de várias das tendências citadas anteriormente, o autor diz que estamos em uma época “multiparadigmática”, diz que o livro didático continua sendo usado e recomenda que não se deva ensinar Física sob a abordagem de um único livro texto.

Quanto às várias vertentes para o Ensino de Física, o autor diz que cada uma tem o seu valor e suas limitações, podendo até representar prejuízo para o ensino, se uma delas for usada com exclusividade. Esta ideia vem ao encontro do pensamento do autor do presente trabalho que, ao planejar o desenvolvimento desta proposta, procurou contemplar uma metodologia variada e uma abordagem dos conteúdos segundo diferentes vertentes, indo da aula expositiva e interativa até a utilização de experimentos reais e das novas tecnologias, dos trabalhos em grupos às atividades individualizadas e da contextualização histórica.

Neste trabalho usaremos alguns destes itens desta nova proposta para o seu desenvolvimento.

1.3 A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO

No cenário das escolas de Ensino Médio é comum encontrar professores de Física que se deparam com dificuldades para construir o conhecimento junto aos seus alunos de modo prazeroso e inserido num contexto. Temos uma visão enraizada que nos acompanha por décadas, de que a Física é uma disciplina chata, maçante e difícil de ser ensinada e aprendida. Deste modo, é comum vermos alunos desinteressados e com dificuldade de aprendizagem dos conteúdos.

A comunidade educacional se nega em aceitar que as aulas sejam exclusivamente expositivas e exigem dos profissionais aulas dinâmicas e criativas, a fim de despertar o interesse dos aprendizes.

O contato com o laboratório para realização de experimentos no Ensino de Física é de extrema importância no processo ensino-aprendizagem, e esta importância é sempre lembrada por muitos autores em artigos. Esta ênfase por um ensino mais experimental sempre vem acompanhada de teorias de como se desenvolve a aprendizagem buscando uma contribuição do conhecimento.

Podemos perceber que o ensino é muito abstrato, longe do cotidiano dos alunos, o que gera um desinteresse escolar. Assim, na visão dos alunos, o que o professor está ensinando será usado apenas para “ser cobrado na avaliação”, preocupando-se apenas com a nota e com a promoção, o que foi estudado será esquecido logo após o êxito acadêmico, ou seja, logo após a nota.

Como o aluno não vê aplicabilidade do que o professor está lhe apresentando, o problema da disciplina se agrava. Alunos que pensam desta forma não estão desenvolvendo o raciocínio lógico, pois não aprendem, apenas decoram o que foi exposto a eles.

A fim de mudar este contexto escolar vemos a necessidade de associar os conteúdos com o contexto social dos estudantes. Uma forma de atingir esse objetivo é com o uso de atividades experimentais bem pensadas, adotando ao experimento um postura problematizadora e investigativa. O termo problematização é utilizado no sentido emprestado por Paulo Freire no livro Pedagogia do Oprimido, onde o autor afirma que:

“a educação que se impõe aos que verdadeiramente se comprometem com a libertação não pode fundar-se numa compreensão dos homens como seres “vazios” a quem o mundo “encha” de conteúdos; não pode basear-se numa consciência especializada, mecanicistamente compartimentada, mas nos homens como “corpos conscientes” e na consciência como consciência

intencionada ao mundo. Não pode ser a do depósito de conteúdos, mas a da problematização dos homens em suas relações com o mundo.”(FREIRE, 1987, p.38)

“Neste sentido, a educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente.” (FREIRE, 1987, p. 39).

Desta forma, as aulas experimentais devem ser usadas para gerar situações de conflito cognitivo, procurando colocar o aluno diante de fenômenos que ele não consegue explicar com sua própria concepção. Assim o estudante se depara com uma situação problema e terá que desenvolver uma “teoria” para poder resolver tal problema. Se o experimento for usado apenas como mais um instrumento para expor algum conteúdo, ele perde a sua finalidade, voltando a tradicional aula expositiva.

Verificando os dados de um levantamento construído a partir da análise dos artigos que apresentam propostas experimentais publicados em nove das principais revistas em ensino de ciências do Brasil (AZEVEDO, 2009), vemos a tendência no uso de experimentos tendo o enfoque na demonstração. Tais atividades buscam quase sempre mostrar a veracidade das teorias científicas ensinadas em sala de aula, numa postura realista verificacionista, de certa forma contrária às tendências atuais da pesquisa em Ensino de Física, as quais apontam para um modo de utilização do experimento mais consonante com uma postura realista crítica. Esta última procura tratar as teorias como modelos e os experimentos como instrumentos didáticos auxiliares no processo de problematização dos conteúdos em sala de aula. A tabela abaixo mostra os dados levantados.

| Periódicos | Categorias de análise | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------|
| | DS | Q | QS | P | RH | NE | TOTAL |
| Revista Brasileira de Ensino de Física (1979) | 38 | 40 | 54 | 1 | 2 | | 135 |
| Caderno Brasileiro de Ensino de Física (1984) | 86 | 15 | - | 4 | - | - | 105 |
| Investigações em ensino de Ciências (1996) | - | - | - | - | - | 1 | 1 |
| Ciência & Ensino (1996) | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| Ciência & Educação (1998) | - | - | - | - | 2 | - | 2 |
| Ensaio (1999) | - | - | - | 1 | - | - | 1 |
| A Física na Escola (2000) | 22 | 5 | - | - | - | 2 | 29 |
| Alexandria (2008) | - | - | - | - | - | - | 0 |
| Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (2001) | - | - | - | - | - | - | 0 |
| Total de artigos por categoria | 147 | 60 | 54 | 6 | 4 | 3 | 274 |

Legendas: Experimentos demonstrativos com aparatos de montagem simples (DS); Experimentos quantitativos com aparatos de montagem simples (Q); Experimentos quantitativos com aparatos sofisticados (QS); Experimentos problematizadores (P); Experimentos a partir de reconstruções de aparatos históricos (RH); Experimentos para portadores de necessidades especiais (NE)

Tabela 1 - Distribuição dos artigos por categoria

Fonte: (AZEVEDO, 2009)

No gráfico a seguir vemos a porcentagem de cada categoria de uso experimental.

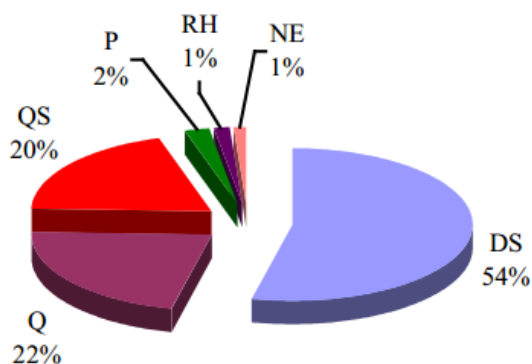


Gráfico 1 - Distribuição percentual dos artigos segundo as categorias de análise

Fonte: (AZEVEDO, 2009)

O experimento proposto por este trabalho se encaixa na categoria “Experimentos a partir de reconstruções de aparatos históricos (RH)”, e vemos que propostas experimentais como estas são escassas, correspondendo apenas a 1% do total contabilizado nos periódicos.

A atividade experimental, além dos aspectos destacados anteriormente, possibilita a vivência de uma Física mais prazerosa, mais intrigante, mais desafiadora e imbuída de significados. Esses aspectos contribuem para criar uma imagem mais positiva da Física, despertando no aluno curiosidade e gosto por essa Ciência. Nessas condições o aluno se sente motivado para o estudo, qualificando significativamente seu aprendizado.

2. HISTÓRIA

2.1 A HISTÓRIA DA EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE ELETROMAGNETISMO ATÉ OERSTED.

Atualmente é possível o estudo sistemático da relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos, sendo que existe até uma área da Física denominada Eletromagnetismo para tal fim. Porém, para que acontecesse esta “conexão” fenomenológica, levaram-se alguns séculos de estudos.

Desde os gregos, já eram conhecidas algumas propriedades elétricas e magnéticas. O âmbar, uma resina fóssil translúcida e amarela derivada de um pinheiro antigo, era conhecido desde o século VI a.C., época em que o filósofo Tales de Mileto (640-546 a.C.) verificou que se podia fazer com que um pedaço dessa resina fossilizada adquirisse a propriedade de atrair pedacinhos de penas, desde que fosse esfregado com uma pele de gato. Essa propriedade resulta do que é hoje designada por eletricidade, designação que resulta do nome “elektrón” (ἤλεκτρον), dado pelos gregos ao âmbar. Tales também teria notado a atração natural do ferro pela magnetita (pedra de um tipo de óxido de ferro). De modo semelhante, Teofrasto (372-288 a.C.), discípulo de Aristóteles, observa que diferentes minerais possuíam a mesma propriedade do âmbar (CHAIB, setembro 2007)

Longe da Grécia, existem registros que comprovam que a civilização chinesa, desde o século III a.C, já sabia magnetizar o aço através de ímãs naturais, e usavam as propriedades de orientação Norte-Sul para a fabricação de bússolas, porém não consta nenhuma explicação teórica sobre tal fenômeno.

Já na Idade Média, mais precisamente em 1269, Pedro Peregrino (data de nascimento e morte desconhecidas) produziu uma obra intitulada *Epístola do Magneto*. Talvez este seja o primeiro trabalho de que temos notícias que buscava explicar os fenômenos elétricos e magnéticos, pois descreve as propriedades e os

efeitos dos ímãs naturais. Ele parece ter sido o primeiro a utilizar a expressão polo para se referir a um polo magnético, além de apresentar o primeiro método para determinar os polos de um ímã. Peregrino não fazia, porém, distinção entre os diferentes tipos de atração: a magnética e a elétrica (ASSIS; CHAIB, 2007, p. 41).

Em 1600, William Gilbert (1540-1603), médico da rainha da Inglaterra, Elisabeth I, publicava o tratado *Do ímã, dos corpos magnéticos e do grande ímã: a Terra* (mais conhecido pelo nome *De Magnete*). O trabalho de Gilbert deu origem ao enfoque científico dos fenômenos magnéticos em geral e do magnetismo terrestre em particular. Ao longo de dois mil anos, o poder atrativo do âmbar foi considerado uma virtude peculiar àquela substância. Gilbert notou que esse ponto de vista estava errado. Ele mostrou que o mesmo efeito podia ser observado por meio da fricção de corpos de toda uma classe de substâncias. Outra contribuição de Gilbert foi ter introduzido no estudo da eletricidade o vocábulo elétrico, bem como os seus derivados, tendo em vista que, em grego, o âmbar era chamado de “elektrón” (GUIMARÃES, 2000, p. 74-75).

Somente em 1672, Otto von Guericke, fazendo girar rapidamente uma esfera de enxofre friccionada por um retalho de lã, descobriria o princípio de funcionamento das máquinas eletrostáticas.

Em 1729, Stephen Gray (1666-1736) comunicava haver descoberto o fenômeno da condutividade elétrica. Ele verificou que a eletricidade, ou o poder elétrico, como se denominava na época, podia passar de um corpo para outro. Foi também constatado que apenas uma pequena classe de substâncias, entre as quais se encontravam os metais, tinha a propriedade de agir como uma espécie de canal para o transporte do poder elétrico (CINDA; TEIXEIRA, 2005, p.386).

Alguns anos depois, em 1733, Charles Du Fay (1698-1739) descreve dois princípios sobre a eletricidade. O primeiro afirma que corpos eletrizados se repelem, e um corpo eletrizado atrai um corpo não eletrizado; o segundo princípio propõe a existência de duas eletricidades distintas (vítrea e resinosa), sendo que, corpos de mesma eletricidade se repelem e com eletricidades diferentes se

atraem. Desta forma, é possível discutir características importantes da eletricidade, bem como entender como se deu a primeira conclusão de que a matéria poderia ser composta por características elétricas distintas.

O polonês Von Kleist e o holandês Petrus van Musschenbroek inventaram a garrafa de Leyden, em 1745 na cidade holandesa com o mesmo nome. Essa garrafa consistia de um frasco de vidro coberto com duas camadas de papel de estanho, uma dentro e outra fora. Se uma das folhas se carregava com uma máquina eletrostática, ocorria um choque violento quando eram ligadas por algum material condutor.

Alessandro Volta (1745-1827), em 1799 realiza a construção do primeiro dispositivo a fornecer eletricidade de forma contínua, este que hoje denominamos de pilha de Volta.

Até este momento havia uma grande dificuldade em relacionar a eletrostática com o magnetismo. Vários pesquisadores tentaram em vão encontrar algum efeito empírico que relacionasse tais fenômenos. Podemos até imaginar que muitos desanimavam acreditando não ser possível demonstrar alguma relação entre estes dois conjuntos de fenômenos

Em 1820, no entanto, Hans Christian Oersted (1777-1851) observou, ao realizar um experimento, a deflexão de uma agulha imantada causada por um fio que conduzia uma corrente elétrica constante. Oersted interpretou seu experimento como sendo devido a uma interação entre a eletricidade e o magnetismo e desencadeou todo o estudo subsequente do eletromagnetismo.

2.2 O EXPERIMENTO DE OERSTED E A APARENTE QUEBRA DE SIMETRIA.

Na transição do século XVIII para o século XIX, diversos cientistas estavam focados em encontrar alguma relação entre eletricidade e magnetismo, e

dedicavam seus trabalhos a fim de encontrá-la. Entre eles vamos destacar Hans Christian Oersted, pelo seu árduo trabalho nesta área.

Nascido em Rudkoebing, na Dinamarca, em 14 de agosto de 1777, Oersted estudou Literatura, Ciência e Filosofia, estando inserido na corrente filosófica da *Naturphilosophie* (MARTINS, 1986). Esta corrente via a natureza como uma conexão entre as forças naturais. Assim, nada mais apropriado que buscar uma origem comum para a luz, calor, eletricidade e talvez o magnetismo. Neste contexto, ele conheceu a pilha de Volta, o que o intrigou e fez com que ele passasse a realizar experimentos fazendo o uso dela e defendeu ser a afinidade química apenas uma manifestação química da força elétrica. Na verdade, a afinidade química representaria um caso particular de conversão de força e não uma ação específica de uma certa espécie de matéria. Acreditava que ao investigar apropriadamente a natureza, encontrar-se-iam outras conversões.

Já era sabido há muito tempo, por observações diretas, que quando uma descarga elétrica proveniente de raios atingia materiais metálicos, estes adquiriam propriedades magnéticas. Então era uma conclusão comum a se chegar: acreditar que entre essas forças da natureza houvesse alguma relação, o que produziu um esforço de diversos cientistas para tal fim. Sendo Oersted um cientista natural, ficou intrigado em encontrar alguma relação e focou seus estudos nessa área. Assim, inserido nesse ambiente, ele sempre recebia notícias dos experimentos e análises teóricas que buscavam explorar alguma relação entre eletricidade e magnetismo. Porém, diferente de alguns desses estudiosos, investigou o assunto através da corrente elétrica (gerada por uma pilha de Volta) e não através da ação eletrostática. Essa escolha não foi sem propósito, afinal experiências haviam mostrado que era a passagem de corrente elétrica em um fio condutor fino que provocava aquecimento e emissão de luz nesse mesmo fio, e não qualquer ação eletrostática. Esse fato reforçava a concepção de Oersted acerca da corrente elétrica que se dava na movimentação de dois fluidos elétricos.

Oersted acreditava que a corrente galvânica, ao percorrer um fio, transportava dois tipos de eletricidade movimentando-se em sentidos opostos. O

transporte desses dois fluidos elétricos pelo mesmo fio deveria gerar algum tipo de “encontro”, causando assim algum conflito, e desta forma a corrente não seria algo contínuo e sim uma sucessão de separações e reuniões de eletricidades de naturezas diferentes (o que faria com que o equilíbrio elétrico fosse desfeito e depois reestabelecido).

Segundo as palavras de Oersted, em seu livro de 1812, 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 reestabelece 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 (In: MARTINS, 1986).

Como já foi apresentado anteriormente, experiências comprovavam que com a passagem de uma corrente galvânica em fios finos eles poderiam produzir luz e calor, e esse “conflito elétrico” apresentado por Oersted era uma explicação plausível para tal fenômeno.

Tendo em vista a corrente filosófica em que estava inserido, esse estudo sobre o “conflito elétrico” só fomentava a busca em encontrar uma relação entre a corrente elétrica e o magnetismo.

Como fruto de um trabalho rigoroso e persistente, obteve sucesso ao observar que uma agulha imantada sofria deflexão, quando colocada próxima a um fio condutor de eletricidade. Os resultados desse experimento foram publicados no ano de 1820, em um artigo intitulado *Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética*. Oersted teve a preocupação de apresentar o movimento da agulha imantada na presença de um fio condutor de eletricidade, como um efeito novo sem qualquer ligação a supostos efeitos eletrostáticos de atração ou repulsão. Ele afirmava que o conflito elétrico era o responsável por levar o polo da agulha imantada para leste ou para oeste, ou simplesmente defendia que tal conflito “desviava” a agulha imantada.

Para explorar a questão de ser esse um efeito novo, realizou outras modificações na situação experimental original, em que substituiu a agulha magnética, por uma de latão. O insucesso do experimento era, para ele, a prova definitiva de que aquele era um efeito novo não provocado por forças elétricas. Um efeito magnético havia sido gerado pelo conflito elétrico.

Utilizando esse resultado experimental, explicou ainda porque apenas sobre materiais apropriados ocorria aquela manifestação.

No experimento foi encontrada uma aparente quebra de simetria, pois ao posicionar a bússola perpendicularmente ao fio que conduzia a corrente elétrica nada acontecia, e quando se colocava a bússola paralelamente ao fio, ela sofria um desvio. Esse efeito não era esperado pelos cientistas, já que para que um fenômeno físico ocorra deve existir alguma assimetria no sistema analisado e não o contrário.

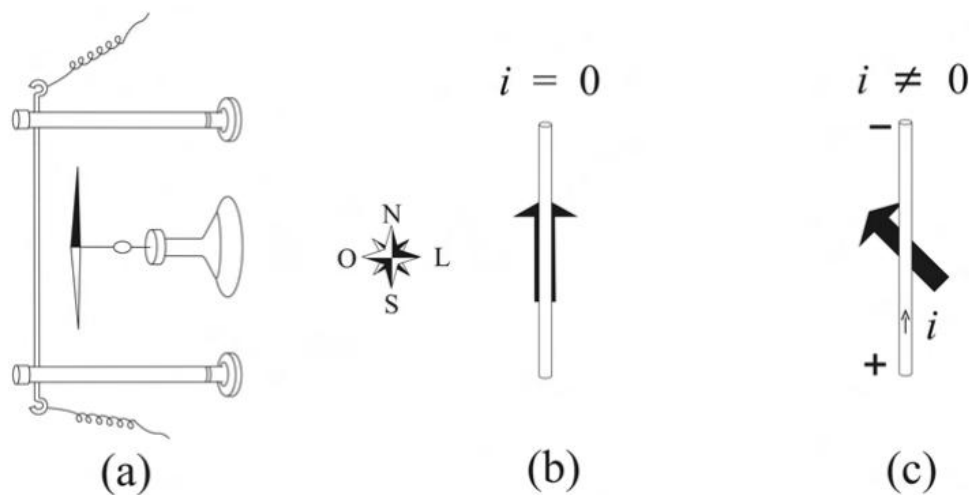


Figura 1.1: Representação do experimento de Oersted com o fio sobre a agulha imantada. Em (a) e (b) a agulha aponta ao longo do meridiano magnético, sendo que não há corrente no fio. Em (c) temos o desvio da agulha com seu polo Norte desviando-se para Oeste quando flui uma corrente no fio do Sul para o Norte.

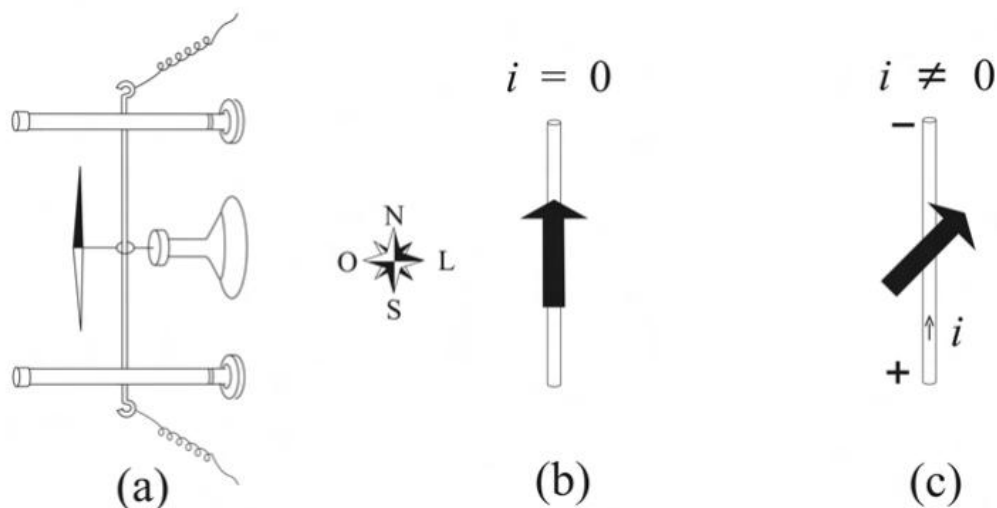


Figura 1.2: Representação do experimento de Oersted com o fio sob a agulha imantada. Em (a) e (b) a agulha aponta ao longo do meridiano magnético, sendo que não há corrente no fio. Em (c) temos o desvio da agulha com seu polo Norte desviando-se para Leste quando flui uma corrente no fio do Sul para o Norte.

De acordo com as Figuras 1.1 e 1.2, aparentemente há uma quebra de simetria. Seria mais natural se o polo Norte da agulha fosse atraído ou repellido pelo fio, ou que a agulha se aproximasse ou se afastasse do fio, mantendo-se no mesmo plano vertical. Já este desvio privilegiado para um dos lados do plano não podia ser interpretado de maneira natural, sendo que foi isto que chamou a atenção dos cientistas da época. Se o fio estiver abaixo da agulha, os polos da agulha se deslocam para lados opostos em relação aos lados para onde ocorre o deslocamento no caso do fio estar acima dela.

Para justificar o uso do termo “aparente quebra de simetria” vamos voltar ao conflito elétrico. Oersted procurou explicar o efeito do eletromagnetismo supondo que, em torno do fio condutor de corrente, o conflito elétrico se manifestava sob a forma de dois turbilhões que circulavam em torno do fio, em sentidos opostos, sendo que um deles agia sobre o polo norte e o outro sobre o polo sul da agulha imantada. E esse era o aspecto mais importante e revolucionário de seu trabalho, pois aparentemente violava a simetria envolvida no fenômeno, ou seja, o efeito

magnético produzido pela corrente não era paralelo a ela. Embora a corrente elétrica fosse pensada como um fenômeno longitudinal no fio condutor, seu efeito apresentava um aspecto de rotação em torno do fio. (GARDELLI, 2004, p.57)

Apesar de em 1820 Oersted não comentar nada sobre o que o motivara a realizar seu experimento, podemos afirmar que não foi uma experiência casual. Nos artigos que escrevera, ele deixou claro que, mesmo antes de 1820, procurara realizar experimentos que mostrassem que uma agulha imantada poderia sofrer deflexão na presença de um fio condutor de corrente elétrica. Tudo o que aqui foi exposto mostra que tal experimento era esperado tanto por Oersted quanto por outros filósofos naturais.

O trabalho de Oersted teve uma divulgação rápida e de grande repercussão no meio científico. Vários cientistas iniciaram seus estudos nesta área de imediato e com isto houve um aprimoramento rápido dos resultados de Oersted.

Em um curso sobre o eletromagnetismo, cujo objetivo central seja a reflexão sobre a ciência, a discussão do experimento da agulha imantada é um ponto que merece destaque, pois não foi aleatória, fruto de um acaso. Oersted vivia em um ambiente que o impulsionava a buscar uma relação entre eletricidade e magnetismo e trabalhos anteriores mostravam-lhe caminhos que valiam a pena ser explorados. A contextualização histórica desse trabalho, ao contrário da mera apresentação disposta nos livros didáticos, é um ponto importante sobre o qual os alunos podem refletir acerca do papel da experimentação ao longo do desenvolvimento científico, e, portanto, proporciona uma reflexão sobre a ciência.

Naquela época, especulações não investigadas experimentalmente perdiam facilmente o valor. O experimento, após o nascimento da ciência moderna, adquirira um destaque tal no mundo da ciência física que seu uso não poderia ser negligenciado, porém isso não significou que o trabalho experimental fosse casual, fruto de descobertas aleatórias. Houve, por exemplo, uma orientação teórico-filosófica no trabalho experimental desenvolvido por Oersted.

Apesar da relevância e pertinência das questões anteriormente apresentadas, defendemos que restringir o trabalho pedagógico à reflexão sobre a não aleatoriedade do experimento de Oersted empobrece o estudo histórico. Existe, no seu desenvolvimento científico, um problema histórico-filosófico de cunho mais estrutural envolvendo a *Naturphilosophie* e a contribuição à ciência trazida pelos filósofos adeptos ou simpatizantes dessa visão de natureza. Os alunos estudam o eletromagnetismo sem refletirem sobre as diferenças fundamentais entre os conceitos ali apresentados e os de força elétrica e potencial elétrico estudados em eletrostática. Em geral, não percebem que, no caso do eletromagnetismo, explicita-se uma forte relação entre fenômenos naturais aparentemente distintos, um fenômeno elétrico podendo ser gerado por um magnético e vice-versa. A questão da possibilidade de conversão é um problema filosófico muito caro à ciência e, em um ensino puramente instrumental, voltado exclusivamente aos produtos científicos e tecnológicos, esse aspecto é deixado de lado.

2.3. FÍSICA APÓS O EXPERIMENTO DE OERSTED

No primeiro semestre do ano de 1820, Oersted realizou seu experimento e o testou exaustivamente. Após a interpretação dos dados de seu experimento, Oersted não publicou nenhum artigo em periódicos da época descrevendo seu feito. Ele escolheu difundir o conhecimento entre os cientistas que se interessavam em encontrar alguma relação entre eletricidade e magnetismo, utilizando um folheto em latim de quatro páginas intitulado *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam* (*Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética*), este folheto foi custeado por Oersted e demonstrava o experimento e suas conclusões qualitativas acerca do mesmo.

O experimento de Oersted causou espanto e descrença na comunidade científica, mesmo nos mais esperançosos em encontrar alguma relação entre eletricidade e magnetismo. Sendo assim os mais renomados cientistas dedicaram

seus estudos para buscar uma explicação ao estranho fenômeno do torque gerado na agulha imantada.

Em 4 de setembro de 1820, François Arago (1786 - 1853) apresentou o trabalho de Oersted perante a Academia Real de Ciências da França, e a surpresa pelos resultados inesperados foi tanta que ele teve que repetir a apresentação na semana subsequente.

O interesse por sistematizar essa nova área da Física, denominada como Eletromagnetismo, foi enorme, mas vale destacar, em particular, os estudos da dupla Biot e Savart e de Ampère.

Jean-Baptiste Biot (1774–1862) e Félix Savart (1791–1841) inicialmente interpretaram o experimento como devido a uma interação entre forças magnéticas. Para eles a passagem de corrente elétrica pelo fio fazia com que o fio se magnetizasse, e desta forma a deflexão da agulha imantada se dava pela interação magnética entre os dois corpos. Como Coulomb já tinha realizado um estudo sistematizado sobre forças magnéticas e as suas conclusões já eram bem aceitas na época, Biot e Savart realizaram um estudo análogo a fim de encontrar a intensidade e a direção desta força magnética. Eles realizaram um experimento análogo ao de Oersted, mas com o auxílio de um ímã grande e potente cancelaram o efeito magnético terrestre sobre a agulha imantada. Observaram que a agulha se equilibrava perpendicularmente ao fio.

Com a liberdade da ausência da influência do campo magnético terrestre, Biot e Savart fizeram a agulha descrever pequenas oscilações ao redor da posição de equilíbrio, concluindo que a intensidade da força que atuaria sobre um polo da agulha é inversamente proporcional a distância entre os corpos.

André-Marie Ampère (1775–1836) interpretou o trabalho de Oersted como interações diretas entre elementos de corrente elétrica. Ele dizia que deveria existir uma corrente elétrica no interior da agulha imantada e que ela era a responsável pelo fenômeno magnético, e isso não se limitava a este experimento. Para ele, mesmo o ímã natural tinha propriedades magnéticas por causa de uma

corrente elétrica interna. Desta forma Ampère analisou o experimento como se fossem interações entre correntes elétricas de mesma natureza.

Para testar sua ideia, Ampère recriou o experimento de Oersted, mas ao invés de utilizar um fio percorrido por uma corrente e uma agulha imantada, ele fez uso de dois fios condutores percorridos por corrente e verificou que eles se aproximavam ou se afastavam, dependendo do sentido das correntes nos fios. Esta forma, ele imaginou ter encontrado argumentos para defender a sua teoria de que o fenômeno magnético era produzido unicamente pela eletricidade em movimento. Ampère deu origem a uma área da Física que conhecemos como eletrodinâmica, a qual estuda a interação entre correntes e em homenagem à sua contribuição, adotamos como unidade de corrente elétrica o ampère (sigla: A). A Ampère também é atribuído a invenção do galvanômetro, instrumento para medir correntes elétricas, mas o curioso é que ele não construiu um instrumento destes, ele apenas o projetou.

A relação entre a eletricidade e o magnetismo obtido neste experimento fomentou o estudo e a aplicação desta relação, sabemos hoje em dia como funciona um motor elétrico, e como podemos gerar corrente elétrica fazendo o uso de dínamos, mas foi inspirado neste experimento que Michel Faraday (1721–1867) construiu os primeiros motores e geradores de que se tem notícia.

Arago observou que um fio ligado à bateria era capaz de atrair pequenas limalhas de ferro ao seu redor. Ao enrolar o fio no formato de uma espira, ele observa a presença de polaridades em suas extremidades, desta forma ele demonstrou que por meio da eletricidade era possível obter efeitos magnéticos iguais a uma barra de imã comum, criando o que hoje em dia chamamos de eletroímã. (SOUZA FILHO; CALUZZI, 2009)

Vimos que Oersted realizou o experimento e o descreveu de forma qualitativa e que ficou a cargo de outros cientistas a realização de um estudo sistemático que possibilitou a descrição quantitativa do experimento.

3. APLICABILIDADE DO EXPERIMENTO NO ENSINO DE FÍSICA

As interações entre o campo magnético e a corrente elétrica, fenômeno que deu origem ao eletromagnetismo e que tornou evidente que ambos os fenômenos estavam intimamente ligados, foi um marco para o desenvolvimento deste ramo da Física.

A discussão acerca do experimento Oersted será enriquecedora para acender o interesse dos alunos pela história do eletromagnetismo, além de demonstrar os fenômenos de uma maneira onde os alunos possam interagir entre eles e com o experimento, desta forma gerando um efeito mais duradouro no processo de aprendizagem efetiva.

Para o Ensino Médio o experimento poderá ser trabalhado quando iniciarmos o conteúdo de eletromagnetismo, podendo ser uma aula introdutória ao conteúdo, pois desta forma os alunos ainda não teriam sido apresentados de forma sistemática a esta relação entre dois fenômenos estudados anteriormente isoladamente, assim geraríamos uma discussão com os alunos apresentando suas teorias sobre o experimento.

4. REPRODUÇÃO DO EXPERIMENTO DE OERSTED PARA O ENSINO MÉDIO, UTILIZANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO.

4.1 – Materiais

Neste trabalho iremos reduzir ao máximo os custos de realização deste experimento sem prejudicar a sua qualidade. Desta forma utilizamos materiais que podem ser encontrados facilmente e que podemos reutilizar posteriormente, sendo assim dividimos os materiais em duas categorias; Materiais Novos e Materiais Reutilizáveis. A lista destes materiais está a seguir.

4.1.1 – Materiais Novos.

- Uma bateria de 9 V, pode-se utilizar uma ou mais pilhas de 1,5 V associadas em série.
(Valores Médios: Bateria de 9V – R\$ 15,00 cada, pilhas de 1,5V – R\$ 2,00 cada)
- 120 cm de fio de cobre rígido com diâmetro de 1,5 mm (Valor: R\$ 2,00)
- 100 cm de fio de cobre flexível com diâmetro de 1,5 mm (Valor: R\$ 1,50)
- Gesso (Valor: R\$ 1,80)
- Bússola (Valor: R\$ 2,00)
- Cinco agulhas de costura, as quais nós chamaremos de alfinetes para não confundir com a agulha da Bússola. (Valor: R\$ 0,30 cada)
- Uma placa grossa de isopor (Valor: R\$ 1,20)
- Fita isolante. (Valor: 1,00)

- Valor total aproximado: R\$ 26,00.

Podemos verificar que mais da metade deste valor é devido ao uso da Bateria de 9V, se utilizarmos duas pilhas de 1,5 V o valor cairia para R\$ 15,00 porém a diferença de potencial seria reduzida para 3V.

4.1.2 – Materiais Reutilizáveis

- Esquadro e transferidor.
- Copos descartáveis.
- Palitos de churrasco
- Canudos de Refrigerante
- Pregadores de Roupa
- Tampas de garrafas PET
- Clips
- Um pedaço de 20 cm de arame.
- Uma lata de alumínio (Latinha de Refrigerante)
- Materiais para serem interpostos entre o fio e a Bússola, Exemplo: pedaço de pasta de plástico, folha de papel, isopor, madeira, papel alumínio, copo de vidro, copo de plástico e etc.

4.2 – Elaboração do aparato experimental.

Para demonstrar a experiência de Oersted utilizando materiais cotidianos, precisamos preparar previamente todo o aparato experimental. Para iniciar a construção vamos preparar a bússola, que será de suma importância para podermos visualizar o fenômeno. Para termos uma boa movimentação da bússola temos que deixar ela livre em todas as direções, sendo assim usaremos apenas a agulha da bússola, retirando ela do seu recipiente e apoiando sua agulha imantada sobre uma ponta de alfinete, verificando se ela permanece orientada, em geral, pela ação do magnetismo terrestre, como acontecia com ela antes de termos a retirado do recipiente. Este alfinete será preso em um pedaço de arame (Clips) conforme a figura 1.a (figura do aparato usado sobre o fio), o arame será fincado em um apoio feito com uma tampa de garrafa pet preenchida por gesso.

Agora como demonstra a Figura 1.b (Figura do aparato usado sob o fio) realizaremos algo muito parecido com o que foi feito anteriormente, mas desta forma usaremos um arame mais comprido e iremos fazer uma curva nele, para

que o arame contorne o fio rígido deixando a agulha sobre o fio. Devemos verificar se a agulha mantém a direção norte-sul e está se movimentando livremente.

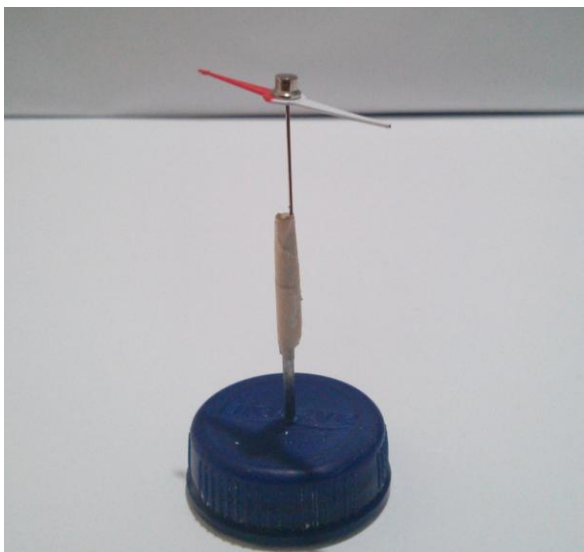


Figura 1.a – Suporte para posicionar a agulha sob o fio rígido



Figura 1.b – Suporte para posicionar a agulha sobre o fio rígido.

Realizaremos alguns versoriums (componente que pode girar com a presença de corpos eletrizados), para construí-lo iremos cortar com uma tesoura um pedaço retangular de uma lata de refrigerante de alumínio, dobraremos este pedaço ao meio e apoiaremos ele sobre um alfinete, como já fizemos com a agulha imantada, e verificando se eles se equilibram na horizontal e ficam livres para movimentar-se em todas as direções, como mostra na figura 2.



Figura 2 – Versorium.

Podemos fazer este instrumento substituindo o alumínio por outros materiais, como por exemplo um canudo de plástico. Para verificar a eficácia do versorium, friccione um plástico em algum tecido (seda de preferência) para este se eletrizar e o aproxime do versorium assim verificaremos que o versorium girará em direção ao plástico eletrizado.

Após cumprir os itens anteriores poderemos partir para a sustentação do nosso aparato. Vamos montar os postes de sustentação e para isso usaremos um palito de churrasco, um copo de plástico e gesso. Preencha o copo em 1/3 de seu conteúdo com gesso, espere ele ficar um pouco rígido (mas não totalmente) e coloque o palito até o fundo do copo de modo a ficar perpendicular à superfície como esquematizado na Figura 3. Vamos repetir este procedimento para fazer mais 3 postes, porém se quisermos baratear os custos podemos fazer apenas mais 1 e intercambiar os circuitos sobre eles.



Figura 3 – Postes de sustentação.

Vamos agora para os circuitos, iniciaremos repartindo o fio flexível em três partes, uma das partes fará contato com um dos polos da bateria e com uma extremidade do fio rígido, outra parte fará contato com o fio rígido e com uma das hastes do pregador de roupa (que neste caso fará a função de interruptor de corrente, onde quando for pressionado fará contato entre os fios flexíveis, fechando o circuito, assim permitindo a passagem de corrente elétrica) e a ultima

parte ligará a haste livre do pregador com o outro polo da bateria. No final teremos o circuito como é demonstrado na Figura 4.

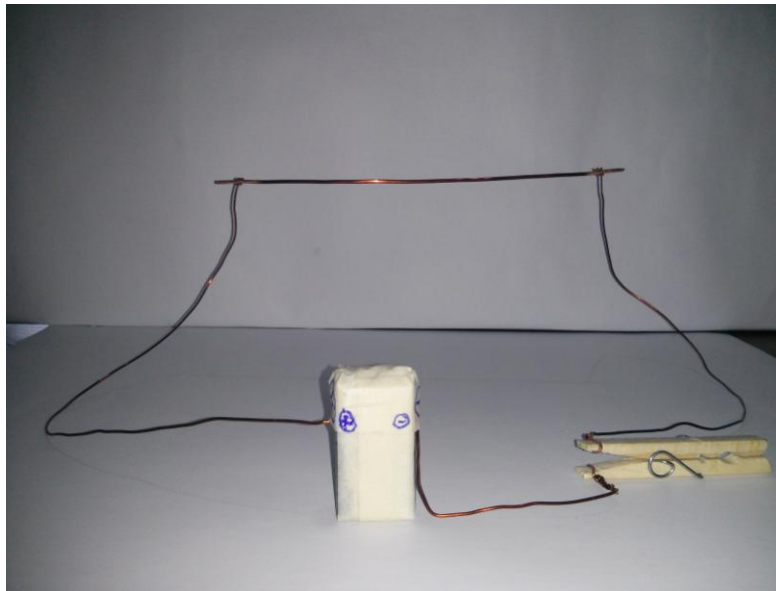


Figura 4 – Circuito Elétrico. Note que usamos o pregador de roupas como interruptor do circuito.

Em sequencia iremos cortar, com a ajuda de um alicate, 25 cm do fio rígido no qual a corrente percorrerá e agirá sobre a agulha imantada, suas pontas são desencapadas e dobradas de modo que realizaremos um laço em que o diâmetro possa passar pelo palito de churrasco do poste, ficando livre o seu movimento na vertical e não na horizontal, a altura do fio será regulada através de dois pregadores de roupas, como demonstramos na figura 5. Iremos repetir o mesmo procedimento para um pedaço de fio de estanho e com uma tira de papel alumínio enrolada ao longo do seu comprimento, sempre realizando um laço em suas extremidades.

Iremos realizar mais dois circuitos, um onde cortaremos mais 15 cm do fio espesso desencapando suas extremidades e fazendo um laço como anteriormente. Prenda o fio rígido em um canudo, fazendo com que o fio e o canudo fiquem paralelos como demonstra a figura 6, em seguida passe a haste de madeira pelo canudo, deixando o fio na vertical, utilize um prendedor para regular a altura do fio.

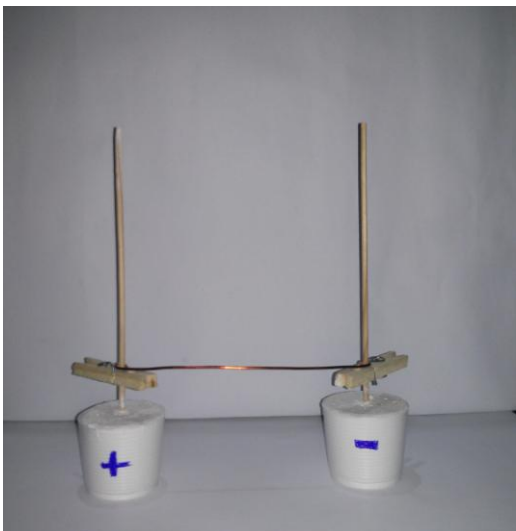


Figura 5 – Uso dos pregadores para regular a altura horizontal do fio rígido.

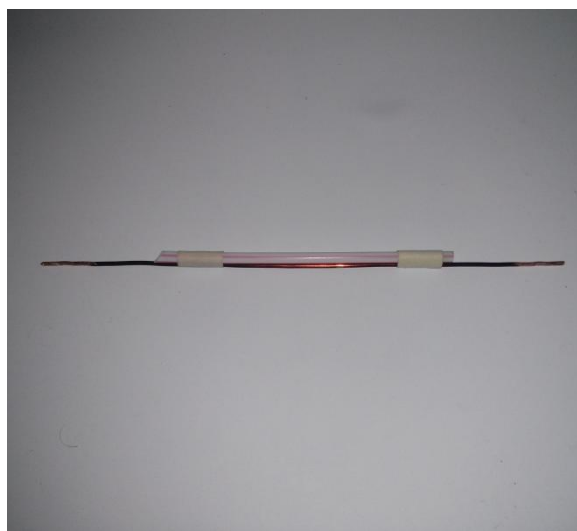


Figura 6 – Fio rígido que será utilizado na vertical.

Para o terceiro circuito iremos cortar mais 60 cm de fio rígido a fim de que tenhamos duas pernas paralelas num mesmo fio, formando a letra U invertida, prenda as duas partes paralelas do fio em canudos e passe duas hastes de madeira pelos canudos, fazendo com que o arranjo seja semelhante a figura 7.

Desta forma poderemos iniciar a experiência.

4.3 – Experiência

Começaremos as atividades experimentais separando dois postes de sustentação, o pedaço de 25 cm de fio rígido e a agulha imantada. Vamos posicionar o fio rígido de forma que ele fique paralelo em relação à agulha e a uma distância de aproximadamente 1,0 cm. Iremos organizar o aparato conforme a figura 8.

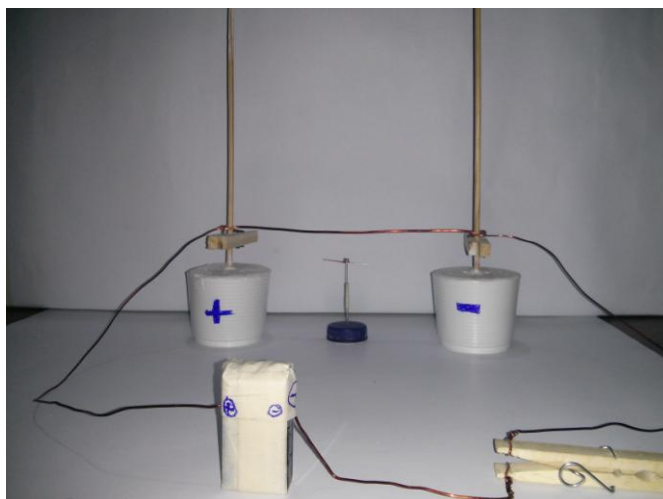


Figura 8 – Aparato experimental.

Quando o circuito elétrico estiver aberto, ou seja, quando não estiver passando corrente pelo fio rígido, a agulha da bússola deve se orientar segundo o campo magnético terrestre apontando o polo norte da agulha para o polo sul magnético da Terra, que fica próximo ao polo norte geográfico terrestre como demonstramos na figura 9.

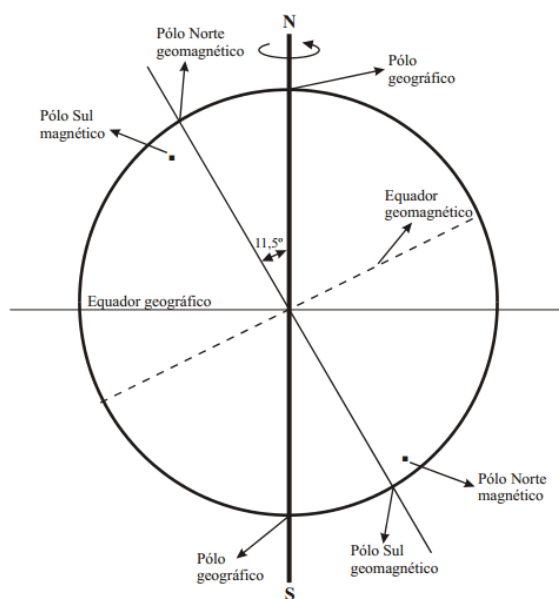


Figura 9 – Localização dos polos geográficos e magnéticos; do equador geográfico e geomagnético. (Fonte: HARTMANN, G.A. – A Anomalia Magnética do Atlântico Sul: Causas e Efeitos)

Quando fecharmos o circuito, fazendo com que a corrente transcorra o fio, a agulha da bússola irá se mover para oeste, note que a agulha não ficará perpendicular ao fio, mas com um ângulo aproximado a 45° como mostra a figura 10.a , se mantivermos o circuito ligado por muito tempo, veremos que a deflexão diminuirá, devido ao enfraquecimento da corrente que a pilha fornece com o tempo de uso.

Vamos continuar realizando alguns testes com o fio nesta posição, inicialmente vamos aumentar a distancia entre a bússola e o fio, tomando cuidado para que o fio permaneça sempre paralelo e acima da agulha. Ligando o circuito verificaremos que a deflexão da agulha diminuirá, desta forma temos um argumento a favor do que Oersted já havia proposto, ele descreveu em seu experimento que a distância entre fio e agulha influenciava na deflexão da bússola no trecho a seguir:

“Se a distância entre o fio de conexão e a agulha magnética não exceder $\frac{3}{4}$ de polegada, o desvio da agulha fará um ângulo de cerca de 45° . Se a distância variar, o ângulo diminuirá à medida que a distância cresça.” H.C. Oersted, Cad. Hist. Ci. p.119 (1986) Apud. CHAIB, João Paulo Martins de Castro p 47.

Agora vamos trocar a polarização das extremidades do fio rígido, invertendo o terminal positivo e negativo da bateria e voltar a agulha na posição inicial. Observa-se que a deflexão da agulha agora se dá na direção leste, desta forma verificamos que a deflexão da agulha não depende apenas da direção da corrente, mas também do sentido da mesma. Para exemplificar o que aconteceu temos a figura 10.b.

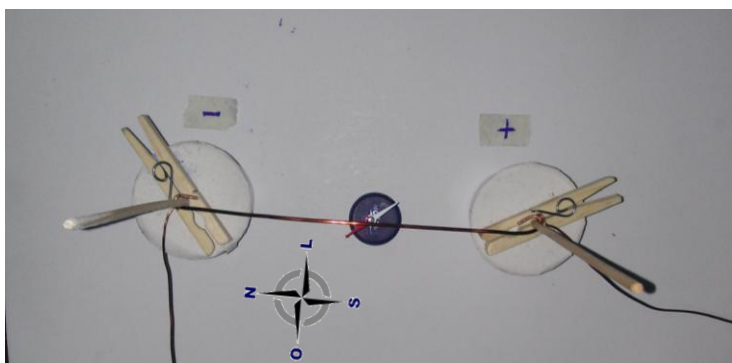


Figura 10.a – Deflexão da agulha para oeste terrestre, explicitando em qual terminal o fio está conectado.

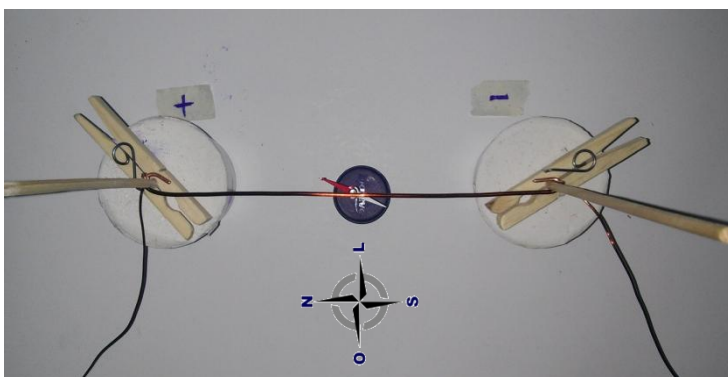


Figura 10.b – Deflexão da agulha para leste, explicitando em qual terminal o fio está conectado.

Arrastemos agora o fio rígido para leste, mantendo-o paralelo ao eixo norte-sul magnético local. Ao fechar o circuito, a bússola desloca-se novamente para oeste, embora o ângulo de deflexão possa ser um pouco diferente do caso anterior. O mesmo ocorre quando o fio é deslocado para oeste. Aí está outro fato interessante. Percebe-se que independente do fio rígido estar à direita ou à esquerda da agulha magnética, esta gira para o mesmo lado. Oersted utiliza esta experiência para eliminar a hipótese de que ao passar corrente no fio, este tivesse se imantado. Caso isto tivesse ocorrido, a agulha imantada experimentaria uma atração de um lado, uma repulsão do outro e giraria em sentido contrário.

Agora vamos verificar o que acontece quando colocarmos a bússola paralelamente sobre o fio e voltaremos o circuito a posição inicial, na qual a bússola desviava para oeste, assim colocaremos a agulha imantada no suporte para que fique paralela e acima do fio. Ao fechar o circuito verificaremos que agora a agulha é desviada para Leste e quando invertemos o sentido da corrente no fio a agulha se desvia para Oeste. Desta forma fica evidente que ao colocarmos a agulha sob o fio a agulha desvia na direção oposta a de quando colocamos a agulha sobre o fio, e quando invertemos o sentido da corrente mantendo a agulha numa posição fixa, invertemos também a direção de deflexão da agulha.

Para continuar os testes vamos alinhar ao lado do fio rígido a agulha imantada, colocando o fio e agulha no mesmo plano horizontal, desta forma

iremos fechar o circuito temos um resultado inesperado, a agulha inclina para cima ou para baixo em relação ao plano horizontal, quando a agulha está apontada para o lado negativo do fio a agulha se inclina para baixo e quando a agulha está apontada para o lado positivo a deflexão é contrária, ou seja, ela se eleva.

Até agora apenas verificamos a interação entre o fio percorrido por corrente e a agulha imantada, desta forma não conseguimos analisar se ao percorrer o fio por uma corrente, esta exerce algum efeito eletrostático. Para isto vamos utilizar o versorium já preparado. Vamos manter o esquema original e substituiremos a bússola pelo versorium, ao ligar o circuito verificamos que nada acontece, ou seja, o versorium não sofre nenhum giro ou movimentação perceptível, tanto com o circuito ligado quanto com ele desligado, descartando assim qualquer interação eletrostática entre os corpos.

Vamos agora substituir o material do condutor. Vamos repetir o experimento trocando apenas o fio rígido de cobre pelo fio de estanho e pelo fio feito de papel alumínio contorcido que já haviam sido preparados anteriormente. Ao ligarmos o circuito, permitindo a passagem de corrente pelo fio, verificaremos que todas as deflexões quanto a sentido e direção são as mesmas, mas os ângulos destas deflexões foram diferentes em relação ao que havia acontecido com o fio rígido de cobre. Assim podemos aferir que o material que conduz a eletricidade não altera o efeito já visto, mas modifica a sua intensidade, pois ao modificarmos a composição ou a forma do material condutor isso influencia na intensidade de corrente em seu interior.

A seguir vamos colocar entre o fio e a agulha diversos materiais para verificar se eles interferem a deflexão da bússola, podemos colocar uma folha de papel, placa fina de madeira, isopor, plástico, alumínio, podemos também colocar um copo de vidro com a boca virada para baixo sobre a agulha. Quando fecharmos o circuito pode-se perceber que eles não interferem na deflexão da agulha, ou seja, os efeitos do fio sobre a agulha magnética não são alterados.

Após todos os testes feitos com o fio na horizontal, vamos modificar o esquema. Montaremos o arranjo como mostra a figura 11, e posicionaremos a agulha perpendicularmente entre as pernas do “U invertido”. Deste modo a agulha apontará para o meio do arranjo. Ao ligarmos o circuito perceberemos algo diferente, a agulha poderá se deslocar para leste ou para oeste, isso porque o fio na forma em que está funciona como uma espira, após a agulha entrar em equilíbrio ela poderá se orientar de duas formas; quando o polo positivo estiver conectado a oeste a agulha se orientará para o sul; quando o polo positivo estiver conectado a leste a agulha se orientará para o norte. Isso acontece, pois os polos da agulha imantada vão estar sob a ação de duas forças paralelas. Se estas forças estiverem apontando no mesmo sentido, vão se somar. Se estiverem apontando em sentido contrário, vão se subtrair, sendo que a força resultante atuando sobre o polo colocado próximo ao centro da espira vai estar na direção oposta à força exercida sobre este polo pelo magnetismo terrestre.

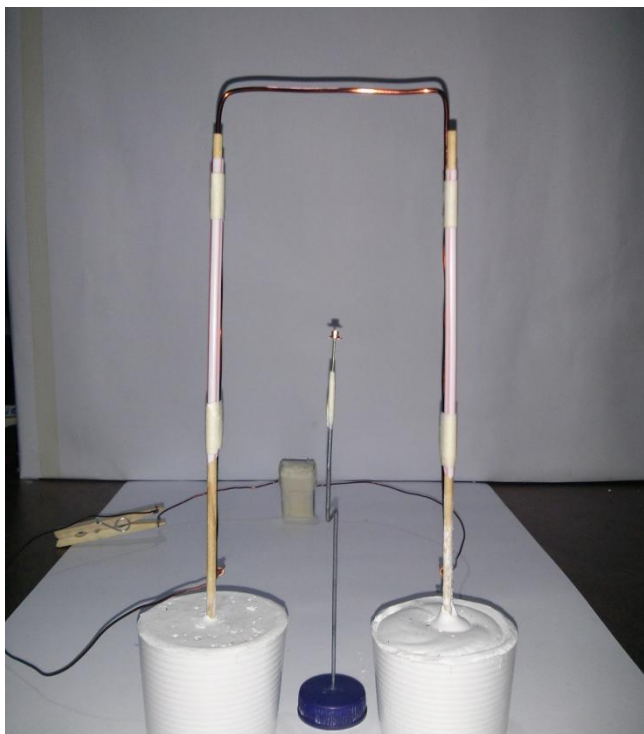


Figura 11 – Circuito com o fio rígido em forma de “U invertido”

Para finalizar montaremos o ultimo arranjo experimental, posicionando o fio rígido na posição vertical formando um ângulo reto com a agulha imantada, conforme a figura 12. Vamos posicionar a agulha apontando para o fio, ao ligar o circuito vemos que a agulha deflete para oeste ou leste também. Quando o terminal positivo da bateria estiver conectado na parte superior do fio a agulha gira para leste e ao inverter a polarização da extremidade superior do fio, veremos que a bússola deflete para oeste.

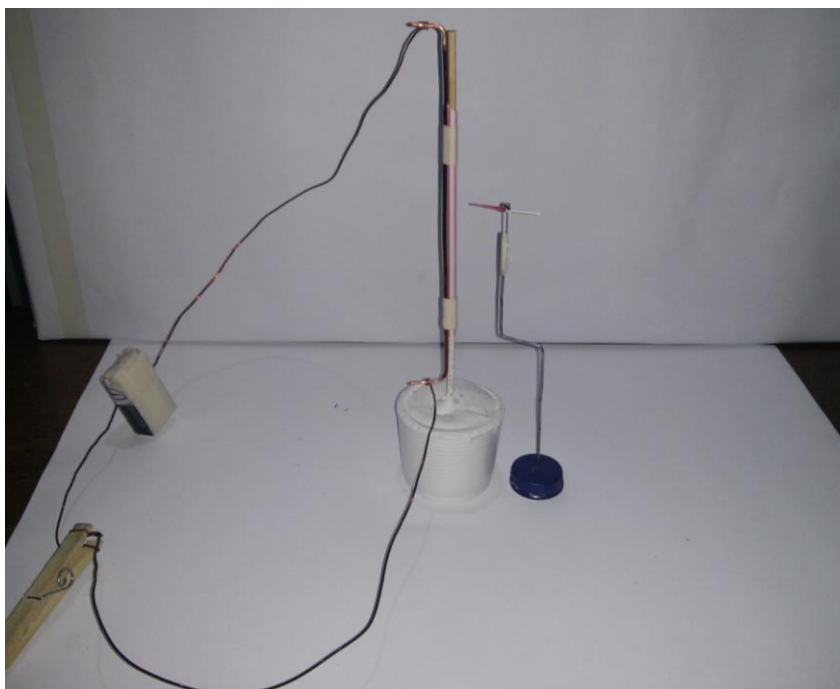


Figura 12 – Circuito com o fio rígido posicionado na vertical.

Assim finalizamos a demonstração experimental, onde notamos a riqueza de detalhes e testes feitos nesta experiência análoga aos estudos de Oersted acerca da deflexão da agulha magnética ao transpor uma corrente em um fio condutor.

A nossa intenção ao reproduzir o experimento nos moldes de como Oersted o fez, é abrir uma discussão sobre a deflexão da agulha sem concepções prévias da relação entre eletricidade e magnetismo, desta forma, é importante que o professor antes e durante cada passo instigue uma discussão sobre o que os alunos esperam que aconteça e pedir para que eles tentem explicar tal fenômeno

percebido. Só após a apresentação e discussão de todo o experimento sobre o fenômeno é que devemos apresentar a explicação do ocorrido (se os alunos não conseguirem alcançar tais explicações) sempre tentando relacionar com a discussão feita anteriormente.

CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos observados percebemos que o Ensino de Física, que deveria ser uma disciplina agradável e interessante aos olhos de todos, encontra dificuldades para se apresentar e ser percebida desta forma. Sendo assim, cabe aos professores e pesquisadores buscarem uma forma de interagir e promover uma aprendizagem em Física mais eficiente e interessante.

Neste trabalho apresentamos o uso experimental em sala de aula. O experimento escolhido para ser trabalhado foi o apresentado por Oersted, em que se relacionam dois fenômenos distintos. Assim apresentamos ao professor um pouco sobre a História que está por trás do experimento, para assim dar suporte as discussões geradas pela apresentação experimental e transmitir ao aluno que a ciência se faz com a união e a discussão dos conhecimentos adquiridos ao longo da história.

Por fim proporcionamos um roteiro para recriar, com materiais de fácil acesso, a experiência de Oersted. Apresentando também uma proposta de apresentação, descrevendo os fenômenos observados em cada etapa.

Por isso tudo acreditamos que a apresentação deste experimento aos alunos gerará uma discussão enriquecedora para fomentar o interesse e tornar mais agradável o processo de aprendizagem, avivando o interesse dos alunos pela história da ciência. Além disso, os fenômenos são aprendidos de uma forma mais concreta e com um efeito mais duradouro, auxiliando os profissionais da educação.

BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO, Hernani Luiz et.al. O uso do experimento no ensino da física: tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil. In: *VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2009, Florianópolis.
Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/1067.pdf>.
Acesso em: 03/08/2014.

BONADIMAN, Helio; NOMENMACHER, Sandra E.B. . O gostar e o aprender no Ensino de Física: Uma proposta metodológica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.24, n. 2: p194-223, agosto 2007.
Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1087>
Acesso em: 20/11/2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Brasília: MEC, 1999.

CHAIB, João Paulo Martins de Castro; ASSIS, André Koch Torres. Sobre os efeitos das correntes elétricas – Tradução comentada da primeira obra de Ampère sobre eletrodinâmica. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, v. 5, n. 1, p. 85-102, janeiro-julho 2007.
Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~assis/Revista-SBHC-V5-p85-102%282007%29.pdf>. Acesso em: 27/07/2014.

CHAIB, João Paulo Martins de Castro; ASSIS, André Koch Torres. Experiência de Oersted em sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1, p. 41-51, 2007.
Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~assis/Revista-Bras-Ens-Fis-V29-p41-51%282007%29.pdf>. Acesso em: 17/01/2014.

CHAIB, João Paulo Martins de Castro; ASSIS, André Koch Torres. Ampère e a origem do magnetismo terrestre. *I Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra, III Simpósio Nacional sobre Ensino de Geologia no Brasil*. setembro 2007.
Disponível em:
<http://www.ige.unicamp.br/simposioensino/simposioensino2007/artigos/008.pdf>.
Acesso em: 29/05/2011.

CINDA, José Lourenço; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. A evolução das ideias relacionadas aos fenômenos térmicos e elétricos: Algumas similaridades. *Caderno Brasileiro do Ensino de Física*, v. 22, n. 3, p. 379-399, dez. 2005.

Disponível em: <https://150.162.1.115/index.php/fisica/article/viewFile/6377/5903>
Acesso em: 17/01/2014.

GARDELLI, Daniel. Concepções da Interação Física: Subsídios para uma Abordagem Histórica do Assunto no Ensino Médio. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física / Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/Teses/Daniel-Gardelli.pdf>
Acesso em 24/07/2014.

GUERRA, Andreia; REIS, José Cláudio; BRAGA, Marco. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 21, p. 224-248, ago. 2004.

Disponível em:
http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/artigos/uma_abordagem_historico.pdf. Acesso em: 09/04/2013.

GUIMARÃES, Alberto Passos. Os 400 anos do De magnete. *Ciência Hoje*, v. 28, n. 167, p. 74-77, dezembro de 2000.

MARTINS, Roberto de Andrade. Orsted e a Descoberta do Eletromagnetismo. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, v. 10, p. 89-114, 1986.

Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/ram-30.pdf> Acesso em: 12/04/2014.

MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 1, p. 94-99, março 2000.

Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_94.pdf. Acesso em: 24/05/2014.

SOUZA FILHO, Moacir Pereira de; CALUZI, João José. Os Obstáculos Epistemológicos dos Estudantes do Curso de Licenciatura em Física ao Clássico Experimento de Oersted. *V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas do V ENPEC - nº 5. 2005 - ISSN 1809-5100.

Disponível em:
<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p797.pdf>
Acesso em: 18/01/2014.

SOUZA FILHO, Moacir Pereira de; CALUZI, João José. Sobre as experiências relativas à imantação do ferro e do aço pela ação da corrente voltaica: uma tradução comentada do artigo escrito por François Arago. *Rev. Bras. Ensino Fís.*[online]. 2009, vol.31, n.1, pp. 1603.1-1603.12.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n1/v31n1a12.pdf>

Acesso em: 21/11/2014.