



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

BISMARCK DE ARAÚJO FREITAS

**APROPRIAÇÃO DO CONCEITO DE CAMPO MAGNÉTICO A
PARTIR DO EXPERIMENTO HISTÓRICO DE OERSTED: UM
ESTUDO DE CASO**

**CAMPINA GRANDE – PB
2014**

BISMARCK DE ARAÚJO FREITAS

**APROPRIAÇÃO DO CONCEITO DE CAMPO MAGNÉTICO A
PARTIR DO EXPERIMENTO HISTÓRICO DE OERSTED: UM
ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Licenciatura em Física do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Barros

CAMPINA GRANDE – PB
2014

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

F866a Freitas, Bismarck de Araújo.

Apropriação do conceito de campo magnético a partir do experimento histórico de Oersted [manuscrito] : um estudo de caso / Bismarck de Araújo Freitas. - 2014.

37 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Barros, Departamento de Física".

1. Ensino de Física. 2. História da Ciência. 3. Experimento de Oersted. 4. Eletromagnetismo. I. Título.

21. ed. CDD 537

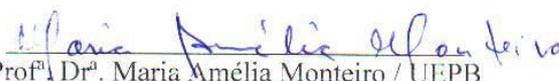
BISMARCK DE ARAÚJO FREITAS

**APROPRIAÇÃO DO CONCEITO DE CAMPO MAGNÉTICO A
PARTIR DO EXPERIMENTO HISTÓRICO DE OERSTED: UM
ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao curso de
Graduação em Licenciatura em Física do
Centro de Ciências e Tecnologia da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial para obtenção do título
de licenciado em Física.

Aprovada em 18 de Julho de 2014


Prof. Dr. Marcos Antônio Barros / UEPB
Orientador


Prof.ª Dr.ª Maria Amélia Monteiro / UEPB
Examinadora


Prof.ª Dr.ª Morgana Lígia de Farias / UEPB
Examinadora

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, por ser meu refugio em todos os momentos, dando-me coragem, força, paciência e sabedoria pra continuar lutando pelo meu sonho, mesmo com todos os desafios. Pela dádiva de poder ter conquistado mais uma etapa da minha vida; Aos meus pais, pela dedicação, companheirismo e amizade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela oportunidade de conquistar mais um desafio, por ter me dado dons e tudo mais o suficiente para que eu pudesse chegar a este estágio. Sei que “tudo posso naquele que me fortalece” (Fl 4,13).

Aos meus pais Givaldo de Araújo e Esmeralda Freitas, a quem devo parte do que tenho e do que sou. Aos meus irmãos Eroneidy, Edcarlos e Weldon, por acreditarem e sonharem junto comigo por este dia, e aos familiares que contribuíram para que este sonho se realizasse. A estes os meus mais sinceros agradecimentos.

A minha segunda família, Alberto Magno, Regina Nicolau, Alberlândio, Adriano, Andriele e a vovó Maria Nicolau, pelo acolhimento que me deste em sua residência e por sempre estarem ao meu lado, me incentivando e colaborando nos momentos mais difíceis, durante todo curso.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Antônio Barros, pelo incentivo, atenção, paciência, confiança, e principalmente pelos ensinamentos que levarei por toda a minha vida.

A Prof^a. Dr^a. Maria Amélia Monteiro e a Prof^a. Dr^a. Morgana Lígia de Farias, pela disposição para compor minha banca examinadora.

Aos meus avós (*In memoria*), que me serve de exemplo de honra, fé e lealdade. Mesmo fisicamente ausente, sentir sua presença me dá forças para continuar.

A minha tia Lucia por todo apoio, por todas as palavras de incentivo que me levaram a não desistir no meio do caminho.

A minha irmã Tayane Dantas por todo o incentivo, dica, por ter me ajudado nos momentos difíceis, escutando-me, ensinando-me e principalmente por suas orações, meus sinceros agradecimentos.

A todos os Catequistas da Crisma, Família do CRES, Família do EJC, Afilhados, aos meus Pais Espirituais, Padre Djacy, Padre Adeildo e Padre Pherikllys e a todos os meus amigos que me ajudaram neste percurso, incentivando, colaborando, e orando por mim neste momento tão importante da minha vida, em especial a vocês: Mateus Araújo, Jaynara, Jamila, Evely, Rodolfo, José Vinicius, Neto, Jessica, Silvania Barros, Jocélia, Maria Luiza, Thayse, Gabrielle, Dan, Ermeson, que acreditaram junto comigo na realização deste sonho.

Aos meus amigos do curso de Física, pelos momentos de companheirismo. Só eles compreendem que a dificuldade de permanecer e concluir este curso é muito superior a de ingressar. No entanto, a ajuda mútua entre amigos me fez seguir adiante apesar das inúmeras dificuldades e contratemplos a cada semestre;

Enfim, a todos aqueles que colaboram direta ou indiretamente para que este trabalho acontecesse. Àqueles que acreditaram em mim, muito obrigado!

Mesmo que já tenha feito uma longa caminhada, sempre
haverá mais um caminho a percorrer.
– Santo Agostinho –

RESUMO

O presente trabalho tem como principal finalidade investigar a importância do uso do experimento histórico de Oersted, durante as aulas de eletromagnetismo na turma do terceiro ano do Ensino Médio, composta por dez alunos, na Escola Estadual Dep. Álvaro Gaudêncio, na cidade de Campina Grande, PB, na compreensão do conceito de campo magnético. Nossa pesquisa é do tipo qualitativa, na qual realizamos um levantamento histórico, gerando nossa fundamentação teórica. A partir dessa fundamentação e de uma revisão literária acentuada, realizamos um levantamento de concepções iniciais dos alunos envolvidos no processo, através de um pré-teste, no sentido de identificar que tipo de argumento os alunos usam para conceituar campo magnético. Esse teste inicial terminou por guiar nossas futuras intervenções. Após a realização das oficinas, um pós-teste foi aplicado no sentido de confirmar ou não se associar uma abordagem histórica ao seu experimento, propiciam uma compreensão mais próxima da realidade científica ou menos fragmentada, humanizando a forma tradicional com que alguns assuntos são inseridos na vida dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino-aprendizagem; História da Ciência; Experimento de Oersted.

A B S T R A C T

The ultimate goal of this current work is to investigate the importance of using the historical Oersted's experiment during the classes of electromagnetism, in the third year of the high school, comprised by ten students, in the Escola Estadual Dep. Alvaro Gaudencio, in the city of Campina Grande, PB, for the comprehension of the concept of magnetic field. Our research follows the qualitative type, in which we performed a historical study, resulting in our theoretical base. By means of this theoretical base and an extensive review of the literature, we performed a study about the initial approaches of the students involved in the procedure, through a previous test, in order to identify what type of argument was used by the students to conceptualize the magnetic field. That initial test led our future interventions. After the perform of the workshops, a post test was applied in order to confirm whether or not the association of a historical approach to the experiments will lead to a closer comprehension of the scientific reality or less fragmented, humanizing the traditional way in which some subjects are introduced in the students' lives.

Keywords: Teaching-Learning; History of Science; Oersted's Experiment.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	11
2	ASPECTOS HISTÓRICOS.....	14
3	A CONTRIBUIÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA.....	20
4	METODOLOGIA.....	23
4.1	Estudo de caso.....	24
4.2	Instrumentos da pesquisa e procedimentos para a coleta de dados.....	25
4.2.1	Questionários.....	25
4.2.2	Análise documental.....	26
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	28
5.1	A pesquisa.....	28
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
	REFERÊNCIAS.....	36
	APENDICE.....	37

INTRODUÇÃO

O presente trabalho aborda questões relativas ao ensino do eletromagnetismo, em particular a realização do experimento histórico de Oersted em sala de aula do ensino médio, no sentido de favorecer uma melhor compreensão do conceito de campo magnético, apresentando uma reflexão sobre o experimento e seu relato histórico. Partindo desse pressuposto, tentaremos responder a nossa pergunta de pesquisa, que enfatiza:

- Será que a realização do experimento histórico de Oersted em sala de aula do ensino médio contribui para uma apropriação do conceito de campo magnético?

Entendemos que o uso do experimento de Oersted em sala de aula, associado ao relato histórico desse acontecimento, possa contribuir para o esclarecimento e desenvolvimento conceitual do campo magnético.

Para a realização deste trabalho acadêmico monográfico, tomamos como referência o artigo “A experiência de Oersted em sala de aula”, de Chaib e Assis, (2007). Esses pesquisadores utilizaram materiais alternativos em seus experimento, mostrando-nos a possibilidade de vislumbrar e reproduzir o experimento realizado por Oersted em seu histórico trabalho. A contribuição desse experimento para o ensino de física, no ensino médio, é ressaltada a partir da descoberta do eletromagnetismo, enriquecendo de maneira significativa a compreensão e o interesse dos alunos pela história da física, conforme os autores relatam em seu artigo. Assim, este trabalho investiga a importância do uso do experimento de Oersted e o desenvolvimento do entendimento do conceito de campo magnético em sala de aula do terceiro ano do ensino médio, na qual esse assunto já foi visto pelos alunos. Acreditamos que dessa forma, contribuímos para uma melhor compreensão dos conhecimentos físicos e históricos ali descritos, reproduzindo o experimento e discutindo suas nuances dentro de uma linguagem mais atual e significativa. Nesse sentido, este trabalho tem o seguinte objetivo geral:

- Investigar a importância do uso do experimento de Oersted, durante as aulas de eletromagnetismo, na compreensão do conceito de campo magnético.

Além desse, temos os seguintes objetivos específicos:

- Relatar historicamente a contribuição do experimento realizado por Oersted no desenvolvimento do conceito de campo magnético;
- Reproduzir o experimento com uso de materiais alternativos.

Pesquisas (MARTINS, 1988; CHAIB e ASSIS, 2007) têm notadamente nos revelado que a descrição de relatos históricos em sala de aula, contribui fortemente no desenvolvimento e aprendizagem dos alunos, ajudando a compreender melhor o assunto, bem como enfatizando as dificuldades que os cientistas encontraram no processo teórico e prático do experimento. Assim, como nos revela Martins (1988), o estudo histórico permite aos professores, portanto, compreender melhor os assuntos, entender as dúvidas de seus estudantes, respeitar as dificuldades do assunto e tentar abordar o problema com cuidado. Dentro dessa perspectiva, Chaib e Assis (2007) nos relatam que a realização de experimento histórico em sala de aula, é possível e importante para a aprendizagem dos alunos, no qual os alunos terão a oportunidade de visualizar alguns fenômenos magnéticos em sala, além de poderem acompanhar a descrição dos seus efeitos com as próprias palavras do cientista. Além disso, o uso da história da ciência em sala de aula contempla o contexto social e cultural da sociedade vivida pelo cientista, bem como as controvérsias que emergiram com o advento da sua teoria.

Este trabalho de conclusão de curso encontra-se dividido em cinco capítulos. O segundo capítulo é dedicado à fundamentação teórica. Neste capítulo, realizamos um levantamento histórico sobre os fundamentos teóricos, propostos pelo cientista dinamarquês e professor da Universidade de Copenhague, Hans Christian Oersted, em 1820, no qual observou que um longo fio conduzindo uma corrente constante alterava a orientação natural de uma bússola colocada em suas proximidades. Esta descoberta fundamental desencadeou uma série de pesquisas que levou à criação de um novo ramo da física, relacionando a eletricidade e o magnetismo. No terceiro capítulo, denominado de revisão de literatura, fomos buscar nos artigos (MARTINS, 1988; MATTHEWS, 1995; CARVALHO, 2007; CHAIB e ASSIS, 2007) subsídios que norteiam nossa tentativa de associar ou aproximar a uma abordagem histórica das ciências ao ensino de física em sala de aula, humanizando a forma tradicional com que alguns assuntos são inseridos na vida dos estudantes, além de propiciar uma compreensão próxima da realidade científica vivenciada pelo cientista em questão. No quarto capítulo, chamado de metodologia, descrevemos de forma detalhada o procedimento metodológico de nosso estudo, em que foi priorizada a abordagem qualitativa. A opção por essa abordagem ocorreu em decorrência do contexto a ser investigado, permitindo-nos descrever, compreender e analisar como se dá o processo de compreensão dos estudantes do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual Dep. Álvaro Gaudêncio,

via experimento histórico, do conceito de campo magnético, durante a fase em que eles veem esse assunto. Para esse estudo de caso, utilizamos instrumentos de coleta de dados que lhe são peculiares e indicadores adequados para o entendimento da natureza do nosso problema de pesquisa, como: questionários do tipo pré e pós-teste. No quinto capítulo, apresentamos nossos resultados, associados a uma discussão e análise do pré e pós-teste, no qual verificamos uma adequação satisfatória dos alunos pesquisados, a partir do que objetiva nosso trabalho de pesquisa. Por último, apresentamos as conclusões notificadas a partir dessa adequação, conferindo que a inserção de experimentos históricos associados aos seus aspectos teóricos, é capaz de promover uma aprendizagem significativa do contexto a ser estudado.

2. ASPECTOS HISTÓRICOS

Neste capítulo, faremos uma descrição histórica sobre o experimento de Oersted, tomando como referências os artigos (MARTINS, 1986; DIAS, 2004; CHAIB E ASSIS, 2007) que de forma significativa foram relevantes para essa descrição.

Desde a Grécia antiga já se sabia que o minério de magnetita possuía as propriedades de atrair o ferro e seus compostos, como também que o âmbar atritado atraía pequenos corpos leves, colocados em suas proximidades. Foi adotado por volta do século XII o conhecimento que “as propriedades de orientação de uma agulha magnetizada dar-se-á ao longo da direção norte-sul geográfica terrestre” (CHAIB e ASSIS, 2007) e que já se utilizava essa notação desde o século XI d. C. O estudo do magnetismo teve um importante avanço, feito por Pedro Peregrino, em que baseado na experimentação, descreve as propriedades e os efeitos dos ímãs. Ele usava a expressão polo para se referir aos polos magnéticos, que também apresenta o método para determinar os polos de um ímã. Logo depois, no ano de 1600, o médico William Gilbert (1540-1603), fez alguns estudos sobre os ímãs e sobre os corpos magnéticos, estudando depois os fenômenos elétricos. Como já falado o âmbar quando atritado atraía corpos leves, ao atritar outros materiais conseguimos reproduzir o efeito observado no âmbar. Os materiais que ao serem atritados faziam o mesmo efeito do âmbar foram denominados por Gilbert de elétricos e os outros de não elétricos. Hoje conhecemos esses materiais como isolantes e condutores, os isolantes podiam ser estabelecidos por atrito e, com isto, exibiam os fenômenos de atração e de repulsão elétrica. Já os condutores permitem o fluxo ou a passagem de cargas elétricas.

Os pesquisadores Chaib e Assis (2007), informam que antes do início do século XIX os fenômenos relacionados com eletricidade e o magnetismo eram totalmente desconexos, mas que pelo menos “três anos antes de Oersted, já se observara que as bússolas eram perturbadas, durante tempestades, e que por ação de raios sua polaridade podia até ser invertida” (MARTINS, 1986a, p. 91). Porém vários pensadores observaram vários elementos que levaram a crerem que existia alguma relação entre a eletricidade e o magnetismo. Observaram que os raios eram capazes de imantar o ferro, e com essa observação descobriram “que os raios eram fenômenos de descargas elétricas, esses fatos foram interpretados como uma relação entre a eletricidade e o magnetismo” (MARTINS, 1986a, p. 91). Apesar de todos os indícios já citado da relação entre

eletricidade e o magnetismo, havia ainda uma grande dificuldade para relacionar esses fenômenos.

Segundo Dias (2004), Hans Christian Oersted era um dos pesquisadores que acreditavam que os efeitos magnéticos são produzidos pelos mesmos efeitos que os elétricos. No sentido de tentar explicar essas ideias, ele realizou experiências a fim de buscar relação entre uma agulha imantada e o tal conflito elétrico. O termo “conflito elétrico¹” refere-se, segundo Martins (1986b), a um efeito manifestado no condutor e no espaço que o cerca. Oersted também observou que ao longo de um fio que passa corrente alterava a orientação da agulha da bússola ao ser colocada em suas proximidades como podemos observar na Figura 01 (em que são feitas todas as observações por Oersted ao aproximar a bússola do fio de corrente elétrica). O mesmo também esboçou alguns diagramas onde nos mostram as variações da experiência realizada por ele (Figura 02). Como Martins nos relata em seu trabalho:

A parte retilínea desse fio é colocada em posição horizontal, suspensa acima da agulha magnética, e paralela a ela. Nessa situação, a agulha magnética será movida, e a sua extremidade que está sob a parte do fio de conexão mais próxima ao terminal negativo do aparelho galvânico será desviada para oeste (MARTINS, 1986b, p. 116).

Afirma também que:

Se o fio de conexão é colocado em um plano horizontal sob a agulha magnética, todos os efeitos são como no plano acima da agulha, mas em direção inversa. Pois o polo da agulha magnética sob o qual está a parte do fio de conexão que está próximo ao terminal negativo do aparelho galvânico, desvia-se para leste (MARTINS, 1986b, p. 119).

Assim, com essas observações, podemos perceber que o efeito era muito fraco, no qual ocorria um pequeno desvio na agulha magnética. Com isso,

Se a distância entre o fio de conexão e a agulha magnética não exceder $\frac{3}{4}$ de polegada, o desvio fará um ângulo de cerca de 45° . Se a distância variar, o ângulo diminuirá à medida que a distância cresça (MARTINS, 1986b, p. 119).

Oersted também percebeu que os efeitos ocorridos durante o experimento não eram atribuídas à atração, como relata Martins em seu trabalho:

Pode-se deslocar a posição do fio de conexão para leste ou para oeste, [...]; portanto o efeito não pode ser atribuído à atração [...] (MARTINS, 1986b, p. 119).

¹A partir da tradução do trabalho original de Oersted realizada por Martins (1986), o termo conflito elétrico vem de sua concepção sobre a natureza da corrente elétrica e uma consequência natural da teoria dos dois fluidos (eletricidade negativa e eletricidade positiva), que estariam sempre em oposição ao longo do condutor.

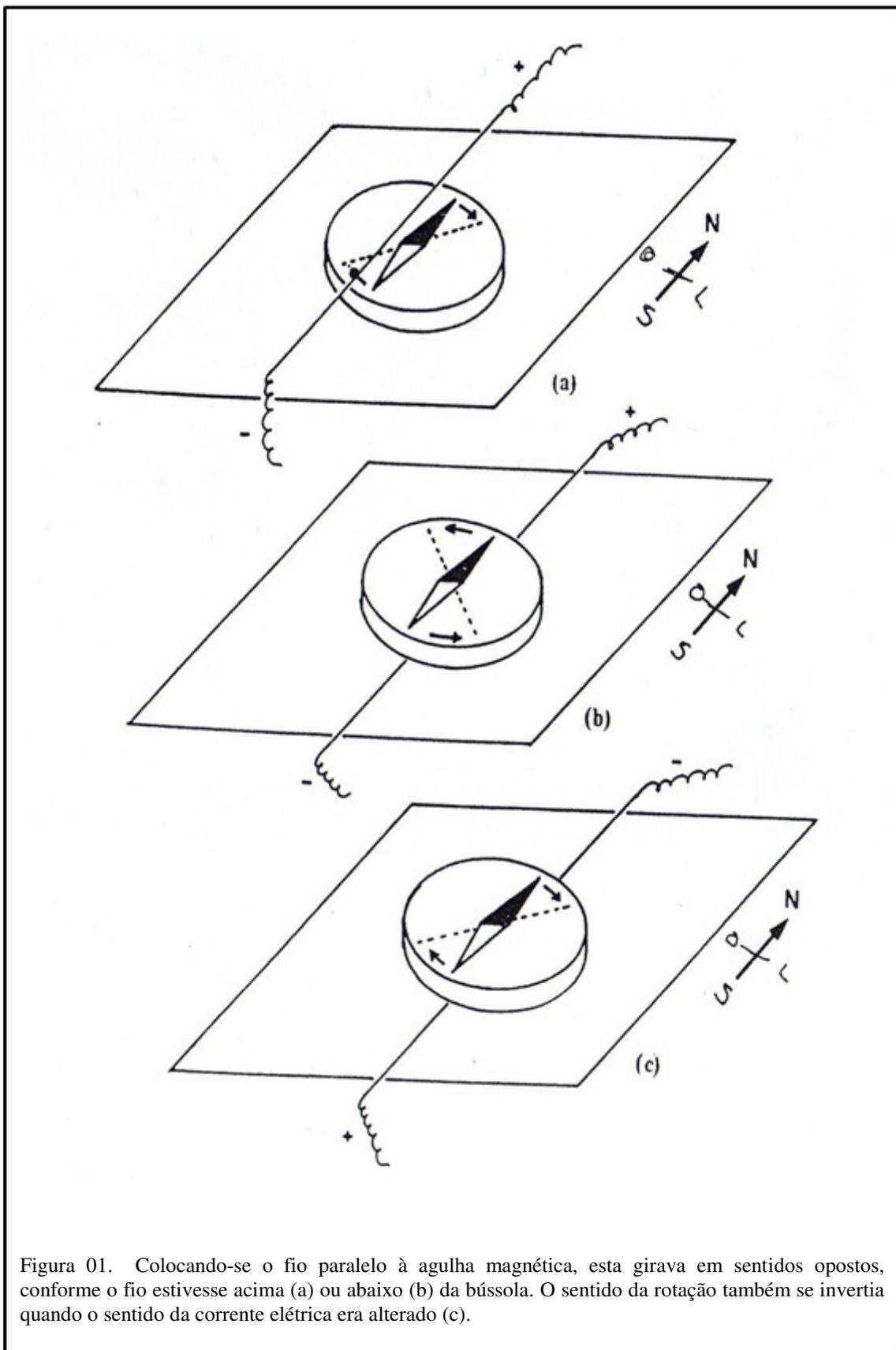


Figura 01. Colocando-se o fio paralelo à agulha magnética, esta girava em sentidos opostos, conforme o fio estivesse acima (a) ou abaixo (b) da bússola. O sentido da rotação também se invertia quando o sentido da corrente elétrica era alterado (c).

Fonte: Figura retirada do artigo Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética MARTINS, 1986b, p. 117.

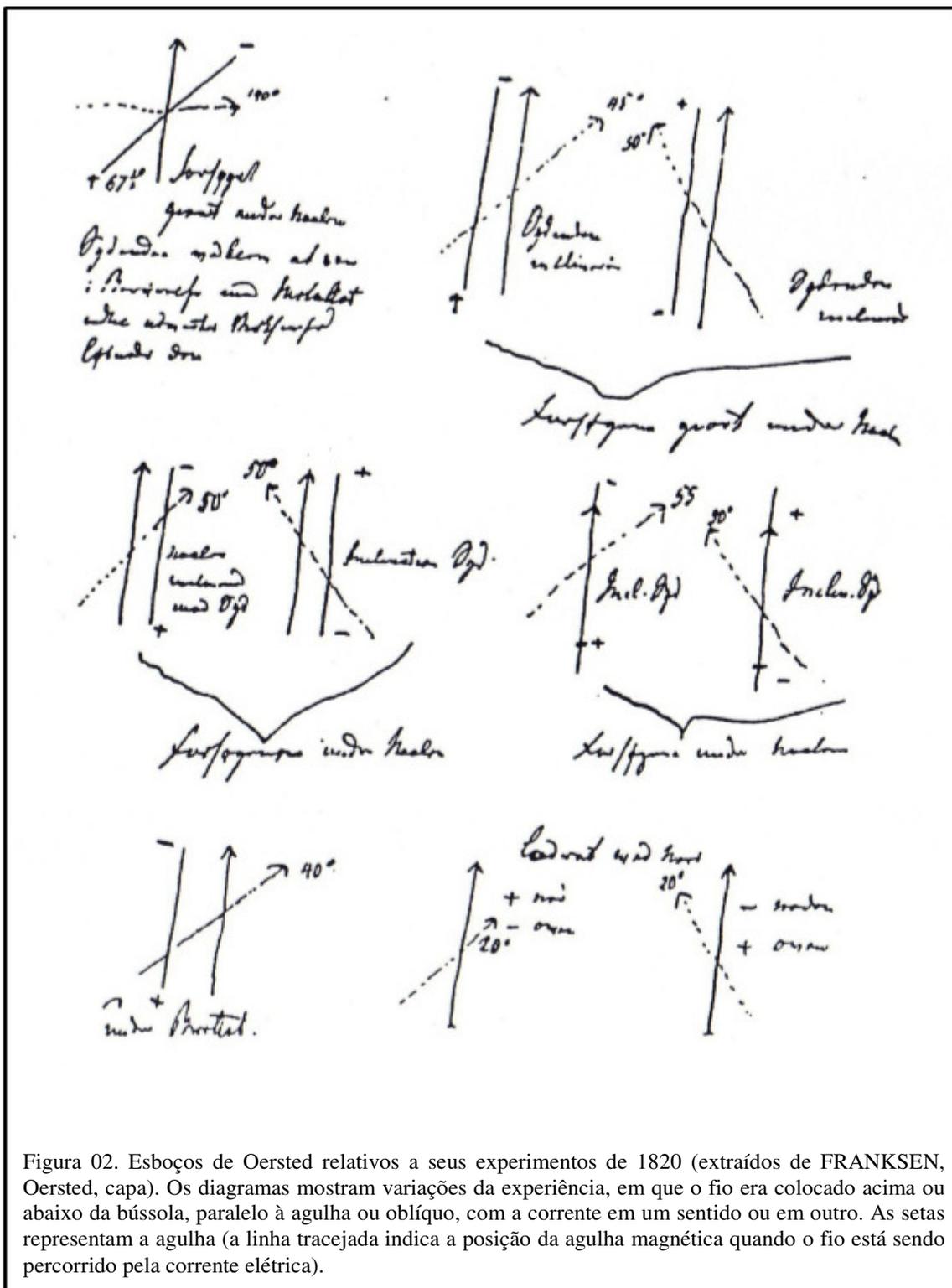


Figura 02. Esboços de Oersted relativos a seus experimentos de 1820 (extraídos de FRANKSEN, Oersted, capa). Os diagramas mostram variações da experiência, em que o fio era colocado acima ou abaixo da bússola, paralelo à agulha ou oblíquo, com a corrente em um sentido ou em outro. As setas representam a agulha (a linha tracejada indica a posição da agulha magnética quando o fio está sendo percorrido pela corrente elétrica).

Fonte: Figura retirada do artigo Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética MARTINS, 1986b, p. 118.

Assim, Oersted observou que: Uma agulha de latão, suspensa como a agulha magnética, não se move sob a ação do fio de conexão. Também permanecem em repouso agulhas de vidro ou daquilo que se chama goma laca, quando submetidas a experiências semelhantes (MARTINS, 1986b). Esse tipo de experimento também foi realizado pela

primeira vez por Oersted que concluiu o seguinte: o fio pode ser constituído por vários fios ou fitas metálicas reunidas. Que a natureza do metal não altera o efeito, mas influi em sua magnitude. No qual o mesmo utilizou com igual sucesso fios de platina, ouro, prata, latão, ferro, fitas de chumbo e estanho, e uma massa de mercúrio (MARTINS, 1986). Do qual o mesmo descreveu as suas experiências sobre a interposição de diferentes materiais entre fio com corrente e a agulha magnética.

Os efeitos do fio de conexão sobre a agulha magnética passam através de vidro, metais, madeira, água, resina, argila e pedra; pois não vemos a interposição de placas de vidro, metal ou madeira impedi-los, e mesmo a interposição simultânea de placas de vidro, metal e madeira não faz com que eles diminuam sensivelmente. Ocorre o mesmo se interpusermos entre eles o disco de um eletróforo, uma placa de porfíria ou um vaso de argila, mesmo enchendo-o de água. Nossas experiências mostraram que o efeito descrito não se altera se a agulha magnética é colocada em uma caixa de latão cheia de água. Não é necessário advertir que nunca foi observada a passagem da eletricidade e do galvanismo através de todos esses materiais. Portanto, os efeitos que ocorrem no conflito elétrico são muito diferentes dos efeitos de qualquer dessas forças elétricas (CHAIB e ASSIS, 2007, p. 49).

Com isso deu-se a descoberta do eletromagnetismo por Oersted no ano de 1820, na qual causou um grande espanto na comunidade científica, mesmo por aqueles que defendiam a ideia da existência de uma relação entre eletricidade e o magnetismo. Com isso alguns pesquisadores como Hansteen (Apud, Dias, 2004) afirmava que a descoberta de Oersted foi por acaso, mas são muitas as evidências contrárias a essa afirmação feita por Hansteen. Martins (1986) nos relata a descrição da aula onde o efeito eletromagnético foi observado:

O plano da primeira experiência consistia em fazer a corrente de um pequeno aparelho galvânico de fracos, comumente usado em suas conferencias, passar através de um fio de platina muito fino, colocado sobre a bússola coberta com vidro. A experiência foi preparada, mas como acidentalmente ele foi impedido de ensaiá-la antes da aula, planejou adia-lo para outra oportunidade; no entanto, durante a conferência, pareceu-lhe mais forte a probabilidade de seu sucesso, e assim realizou a primeira experiência na presença da audiência. A agulha magnética, embora fechada em uma caixa, foi perturbada; mas, como o efeito era muito fraco, e deveria parecer muito irregular, antes da descoberta de sua lei, a experiência não impressionou fortemente o publico... No mês de julho de 1820, ele novamente retomou a experiência, utilizando um aparelho galvânico muito mais poderoso. O Sucesso foi agora evidente, embora os efeitos fossem ainda fracos nas primeiras repetições do experimento, pois empregou apenas fios muitos finos, supondo que o efeito magnético não ocorreria quando a corrente galvânica não produzisse calor e luz; mas logo descobriu que condutores de um diâmetro maiores proporcionam um maior efeito; e então descobriu, por experiências continuadas durante alguns dias, a

lei fundamental do eletromagnetismo, a saber, que o efeito magnético da corrente elétrica tem um movimento em torno dela (MARTINS, 1986a, p. 99).

Assim, podemos ver que a descoberta do eletromagnetismo não aconteceu por acaso, mas foi fruto de uma longa jornada de estudo.

3. A CONTRIBUIÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

Vários trabalhos publicados (MARTINS, 1988; MATTHEWS, 1995; CARVALHO, 2007, CHAIB e ASSIS, 2007) nos últimos anos, foram fundamentais para que pudéssemos discernir a respeito do uso da história das ciências aplicadas a situações experimentais de sala de aula e suas consequências diretas com o processo ensino-aprendizagem, em especial sobre conceitos ligados ao eletromagnetismo. Nesse sentido, faremos a seguir uma descrição dessa contribuição, com o objetivo de justificar a nossa pesquisa de campo.

É no ensino do nível médio que está constituída uma parte muito importante da formação e maturidade dos futuros profissionais. É daí que os estudantes apontam o senso crítico e a capacidade de abstração e o raciocínio com um grau de complexidade de forma mais intensa. Além disso, essas iniciativas vêm a ser oportunas, considerando-se a larga e documentada crise do ensino contemporâneo de ciências, evidenciada pela evasão de alunos e de professores das salas de aula, bem como pelos índices assustadoramente elevados de analfabetismo em ciências (MATTHEWS, 1995).

O ensino praticado nas escolas de modo geral, segue sempre o velho método e forma tradicional de ensinar, voltado essencialmente para a exclusiva matematização dos conteúdos estudados, onde se exige apenas a memorização de equações sem estabelecer os seus significados e sua contextualização. Nesse sentido, Carvalho (2007), reconhece que:

O ser, enquanto professor e aluno, que não visualize o conhecimento, não o insere em 'horizontes de inclusão', visualiza somente uma prateleira do conhecimento, um saber tão 'interessante' quanto a leitura integral de uma lista telefônica (CARVALHO, 2007, p. 24).

Uma parcela significativa para essa problemática, deve-se a uma formação de professores que lecionam a disciplina de física, desprovida de recursos que poderiam superar ou amenizar essa problemática. Segundo Carvalho (2007), essa perspectiva parece estar em contraposição ao movimento que vem sendo tomado a partir das duas últimas décadas, no qual é feita uma reflexão sobre a necessidade de que os cursos de ciências sejam mais contextualizados, mais históricos e mais reflexivos, o que requisita uma íntima relação entre a história das ciências e o ensino das mesmas. A utilização de uma abordagem histórica no ensino das ciências é denominada na literatura de

abordagem contextual, em que se tem uma grande dificuldade na implantação do uso histórico das ciências no ensino por uma formação inadequada de professores.

Entendemos que um curso de física com enfoque histórico, deve necessariamente contribuir para uma melhor formação de futuros professores de física. Segundo Matthews (1995), a história não tem todas as respostas para essa crise, porém possuem alguma delas:

- I. Podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico;
- II. Podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem, a saber, o que significam;
- III. Podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas.

Nesse sentido, percebemos a importância da história da física, em salas de aula, tanto para os alunos, como para os professores em formação. Martins (1988), tem nos ressaltado que:

O estudo histórico poderia permitir aos professores, portanto, compreender melhor os assuntos, entender as dúvidas de seus alunos, respeitar as dificuldades do assunto e tentar abordar o problema com cuidado (MARTINS, 1988, p. 56).

Partindo dessa premissa, Martins (1988) complementa que um bom professor de uma disciplina deve combinar uma prática científica (Conteúdo propriamente dito) e uma prática didática. No qual para esse tipo de formação, do ponto de vista didático, a história da ciência pode complementar os aspectos técnicos com uma visão social, cultural e humana.

O ponto de vista técnico, Carvalho (2007) reconhece que o uso da história da ciência permite-nos entender alguns resultados científicos complexos bem como a sua evolução. Entretanto, esses aspectos que podem abordados durante a prática docente devem ser bem mais fundamentados, no sentido de que ensinar um resultado sem se

preocupar com a sua fundamentação é simplesmente querer doutrinar o aluno e não ensina-lo.

Fundamentado nessa perspectiva, nosso trabalho de pesquisa se desenvolveu, procurando assimilar esse perfil, ao tempo em que nos dispusemos a explorar o uso da história das ciências, utilizando-se de um viés experimental. Assim, a utilização da história das ciências no ensino, como nos relata Chaib e Assis (2007), associado à realização do experimento de Oersted e com materiais alternativos, passou a ser uma fonte de motivação a mais para os alunos pesquisados.

4. METODOLOGIA

A metodologia para este trabalho pauta-se em uma abordagem qualitativa. A opção por essa abordagem deve-se ao fato de que a mesma permite-nos descrever, compreender e analisar como se dá o processo de compreensão dos estudantes do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual Dep. Álvaro Gaudêncio, via experimentos históricos, do conceito de campo magnético, durante a fase em que eles veem esse assunto. Segundo Richardson et al. (2008, p. 80), a abordagem qualitativa:

[...] facilita descrever a complexidade de problemas e hipóteses, bem como analisar a interação entre variáveis, compreender e classificar determinados processos sociais, oferecer contribuições no processo das mudanças, criação ou formação de opiniões de determinados grupos e interpretação das particularidades dos comportamentos ou atitudes dos indivíduos.

A pesquisa qualitativa se ocupa com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado, ou seja, esse tipo de pesquisa, como ressalta Minayo (2008), trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores, das atitudes, enfim, com todos esses fenômenos humanos que fazem parte de um contexto social, de uma realidade vivida e partilhada com outros semelhantes. Assim, entendemos que esse nível de realidade não é mensurável, precisa ser descrito e analisado pelo pesquisador.

A pesquisa qualitativa está sendo usada no meio acadêmico, como uma nova perspectiva de produção de conhecimento, por meio de uma interação entre o pesquisador e os atores sociais. Assim, esse tipo de abordagem facilita compreender em profundidade alguns fenômenos do processo ensino-aprendizagem, tornando-se, portanto, uma referência para investigar diferentes contextos. No nosso caso, o foco principal de estudo refere-se ao processo vivenciado por alunos, durante a fase em que eles estudaram sobre o eletromagnetismo, como parte integrante dos conteúdos destinados a sua formação. No âmbito do paradigma qualitativo, podem ser realizadas pesquisas de tipos variados: etnográfica, estudo de caso, participativa e outros. Neste trabalho monográfico, utilizamos o *estudo de caso*, cuja justificativa será descrita a seguir.

4.1 Estudo de caso

A característica básica de um estudo de caso é esclarecer, heurísticamente, situações reais vivenciadas por indivíduos em grupos, em um contexto real, em que múltiplas fontes de evidências são expostas, oferecendo informações várias sob “background” teórico que determina o estudo em questão. Segundo Patton (2002),

Os estudos de caso são particularmente úteis quando se pretende compreender determinados indivíduos, determinado problema ou uma situação particular, em grande profundidade, sem favorecer a generalização (PATTON, 2002, p. 55)².

Apoiado nessa descrição teórica, caracterizamos nossa pesquisa como um estudo de caso, tendo em vista que procuraremos descrever os fatos vivenciados no contexto das aulas de física, tais como sua abordagem clássica, aprendizagem dos alunos, dificuldades de aprendizagem, valorização do tratamento matemático, dentre outros, visando esclarecer e compreender como se dá esses processos, tomando como referência os aspectos históricos e experimentais de parte do eletromagnetismo.

Notadamente, não podemos dizer que as descrições que serão realizadas no acompanhamento da disciplina citada anteriormente, bem como os resultados que aqui serão apresentados sejam universais, e que a partir deles podemos ter um processo conclusivo em relação aos propósitos do ensino e aprendizagem desses aspectos. São muitas as variáveis envolvidas nesse processo e que possivelmente não serão contempladas em nossa pesquisa. Essas limitações não nos permitem saber tudo sobre o caso, cabendo ao investigador decidir até onde deve ir, qual o nível de profundidade do conhecimento a que pretende chegar, de forma a ser-lhe possível atingir os objetivos a que se propõe.

Esse tipo de metodologia, usada em nossa pesquisa, utiliza diferentes técnicas de coleta de informação e/ou de dados, tais como: a observação, a entrevista, a análise documental e os questionários. Utilizamos questionários do tipo pré e pós-teste, e a análise documental, cuja descrição e modo de utilização serão apresentados no item a seguir.

4.2 Instrumentos da pesquisa e procedimentos para a coleta de dados

Entendemos que qualquer desses instrumentos utilizados para a coleta de dados oferece uma leitura interpretativa que não encerra em si uma verdade absoluta, nem a

² Tradução nossa.

pretendemos, não estamos nesta busca. Entretanto, erros interpretativos podem ser minimizados pela variedade desses mesmos instrumentos. Assim, entendemos que o uso articulado desses instrumentos, mesmo sendo aplicados em etapas diferentes da pesquisa, deverá nos permitir, durante o processo de análise dos dados, verificar se o conceito de campo magnético fica arraigado na estrutural conceitual do aluno, quando ele for submetido a leituras históricas e originais da realização de experimentos, bem como a reprodução do experimento realizado por Oersted, utilizando-se de materiais de baixo custo.

4.2.1 Questionários

Podemos definir o questionário como um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série de perguntas ordenadas a respeito do tema pesquisado. Segundo Gil (2008), o questionário pode ser definido:

Como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc. (GIL, 2008, p.121).

Entretanto, o questionário é uma técnica que serve para coleta de dados. Assim, Gil (2008) nos apresenta as seguintes vantagens:

- a) possibilita atingir grande número de pessoas, mesmo que estejam dispersas numa área geográfica muito extensa, já que o questionário pode ser enviado pelo correio;
- b) implica menores gastos com pessoal, posto que o questionário não exige o treinamento dos pesquisadores;
- c) garante o anonimato das respostas;
- d) permite que as pessoas o respondam no momento em que julgarem mais conveniente;
- e) não expõe os pesquisados à influência das opiniões e do aspecto pessoal do entrevistado (GIL, 2008, p.122).

Também aponta as limitações, tais como:

- a) exclui as pessoas que não sabem ler e escrever, o que, em certas circunstâncias, conduz a graves deformações nos resultados da investigação;
- b) impede o auxílio ao informante quando este não entende corretamente as instruções ou perguntas;
- c) impede o conhecimento das circunstâncias em que foi respondido, o que pode ser importante na avaliação da qualidade das respostas;
- d) não oferece a garantia de que a maioria das pessoas devolvam-no devidamente preenchido, o que pode implicar a significativa diminuição da representatividade da amostra;

- e) envolve, geralmente, número relativamente pequeno de perguntas, porque é sabido que questionários muito extensos apresentam alta probabilidade de não serem respondidos;
- f) proporciona resultados bastante críticos em relação à objetividade, pois os itens podem ter significado diferente para cada sujeito pesquisado (GIL, 2008, p.122).

Como vimos, a elaboração de um questionário requer a observância de normas precisas, a fim de aumentar sua eficácia e validade, segundo Lakatos e Marconi (2003) nos assegura. Tomando como base essas informações, buscamos elaborar um questionário (APÊNDICE 1), estritamente conciso (cinco perguntas) e dentro do padrão dos assuntos estudados e pesquisados, conforme nossa fundamentação. Notadamente, no nosso caso, procuramos amenizar a quantidade de questões no questionário, aqui chamado de pré-teste e pós-teste, no sentido de evitarmos distorção ou até mesmo respostas descompromissadas, pelo fato de torna-lo enfadonho para o aluno pesquisado. Atendendo a nossa revisão de literatura, procuramos aplicar o mesmo questionário após a realização dos experimentos, no sentido de verificar se houve ganho conceitual, conforme objetivamos no início da nossa pesquisa.

4.2.2 Análise documental

A pesquisa documental diferencia das outras técnicas de coletas de dados, que em comum são aplicadas diretamente as pessoas. Já a pesquisa documental age de maneira indireta como nos relata Gil (2008),

[...] há dados que, embora referentes a pessoas, são obtidos de maneira indireta, que tomam a forma de documentos, como livros, jornais, papéis oficiais, registros estatísticos, fotos, discos, filmes e vídeos, que são obtidos de maneira indireta (Gil, 2008, p. 147)

Entretanto, a pesquisa documental assemelha-se muito a pesquisa bibliográfica. No qual o elemento que diferencia as duas pesquisas, está na natureza das fontes pesquisadas: a pesquisa bibliográfica remete para as contribuições de diferentes autores sobre o tema pesquisado, atentando para as fontes secundárias, enquanto a pesquisa documental atenta para as fontes primárias. Lakatos e Marconi (2003) nos fala que:

A característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias. Estas podem ser feitas no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou depois (LAKATOS e MARCONI, 2003, p.174).

Assim, a análise documental aqui pretendida, consiste em identificar, verificar e apreciar os documentos com uma finalidade específica e, nesse caso, preconiza-se a

utilização de uma fonte paralela e simultânea de informação para complementar os dados e permitir a contextualização das informações contidas nos documentos. Gil (2008), relata as vantagens do uso de fontes documentais:

- a) Possibilita o conhecimento do passado;
- b) Possibilita a investigação dos processos de mudança social e cultural;
- c) Permite a obtenção de dados com menor custo;
- d) Favorece a obtenção de dados sem o constrangimento dos sujeitos (GIL, 2008, p. 153e 154).

Notoriamente, a pesquisa documental aqui conduzida, utilizou-se do artigo de Martins (1986), no qual ele faz a tradução do trabalho original de Oersted. Entendemos que, apesar de utilizarmos uma fonte secundária, não se caracteriza uma pesquisa bibliográfica e sim documental, pois trabalhamos de forma indireta, o material traduzido.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo faremos a análise dos resultados obtidos por meio de nossa pesquisa, no qual procuramos colocar em prática o que foi evidenciado na nossa revisão de literatura e, principalmente, nossa fundamentação. Como já dissemos, é a partir da nossa fundamentação que procuramos sistematizar o ganho conceitual dos alunos pesquisados, bem como se as associações entre a história das ciências e a prática experimental, a partir dos experimentos originais, favorecem a essa premissa.

5.1 A pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Dep. Álvaro Gaudêncio na cidade de Campina Grande, PB, na turma do terceiro ano do ensino médio que era constituída de dez alunos. A fim de evitarmos a exposição nominal desses alunos, procuramos representá-los através de letras de A a J.

Inicialmente aplicamos o pré-teste, no sentido de analisarmos as suas concepções prévias a respeito do assunto que eles já haviam estudados em sala de aula com o seu professor. Notadamente, nosso interesse inicial era averiguar qual a ideia de campo magnético que possivelmente eles absorveram a partir dos assuntos explorados em sala e em seu dia a dia. O próximo passo, em outra aula, reproduzimos o experimento original de Oersted (Figura 03), utilizando-se de matérias alternativos, analisando e discutindo suas nuances dentro de uma linguagem mais atual e significativa.

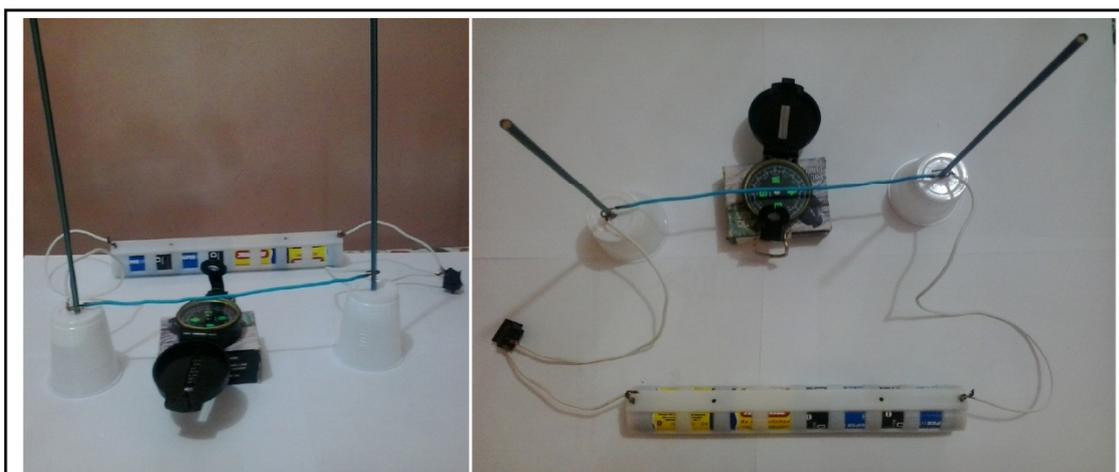


Figura 03. Reprodução da experiência original de Oersted, utilizando-se de matérias alternativos.

O primeiro ponto que destacamos n o experimento conduzido em sala de aula, foi alertá-los para o fato que estávamos realizando o experimento original, com materiais atuais, e que os materiais utilizados na época por Oersted eram completamente diferentes dos nossos e, portanto, os nossos resultados deveriam ser melhor. Conforme descrevemos a seguir, é importante lembrar que a experiência foi realizada da mesma forma que Oersted realizou. No entanto, a experiência realizada por Oersted aconteceu no hemisfério norte, mais precisamente na cidade de Copenhague, na Dinamarca. Evidentemente, como estamos no hemisfério sul, tínhamos que observar e notar que os nossos resultados seriam diferentes, conforme a Figura 04.

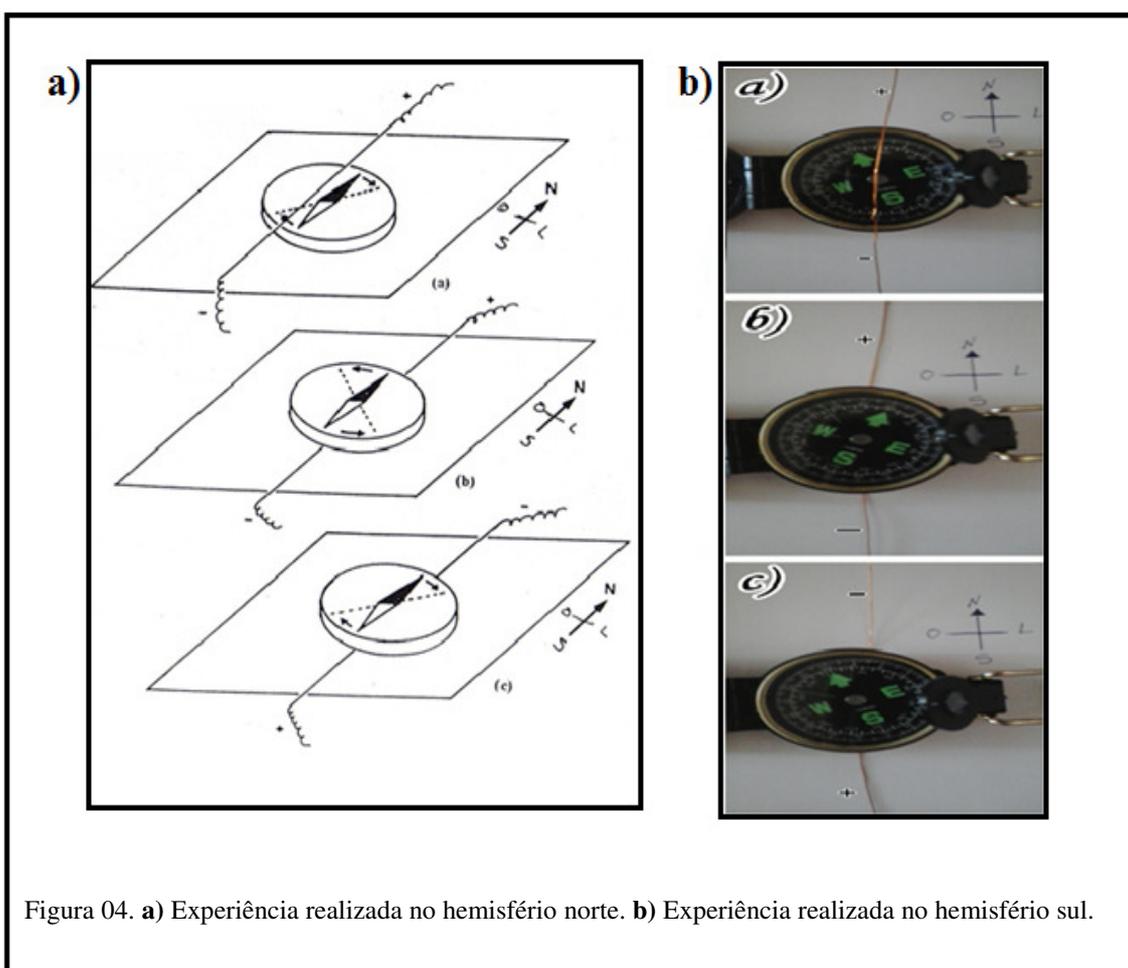


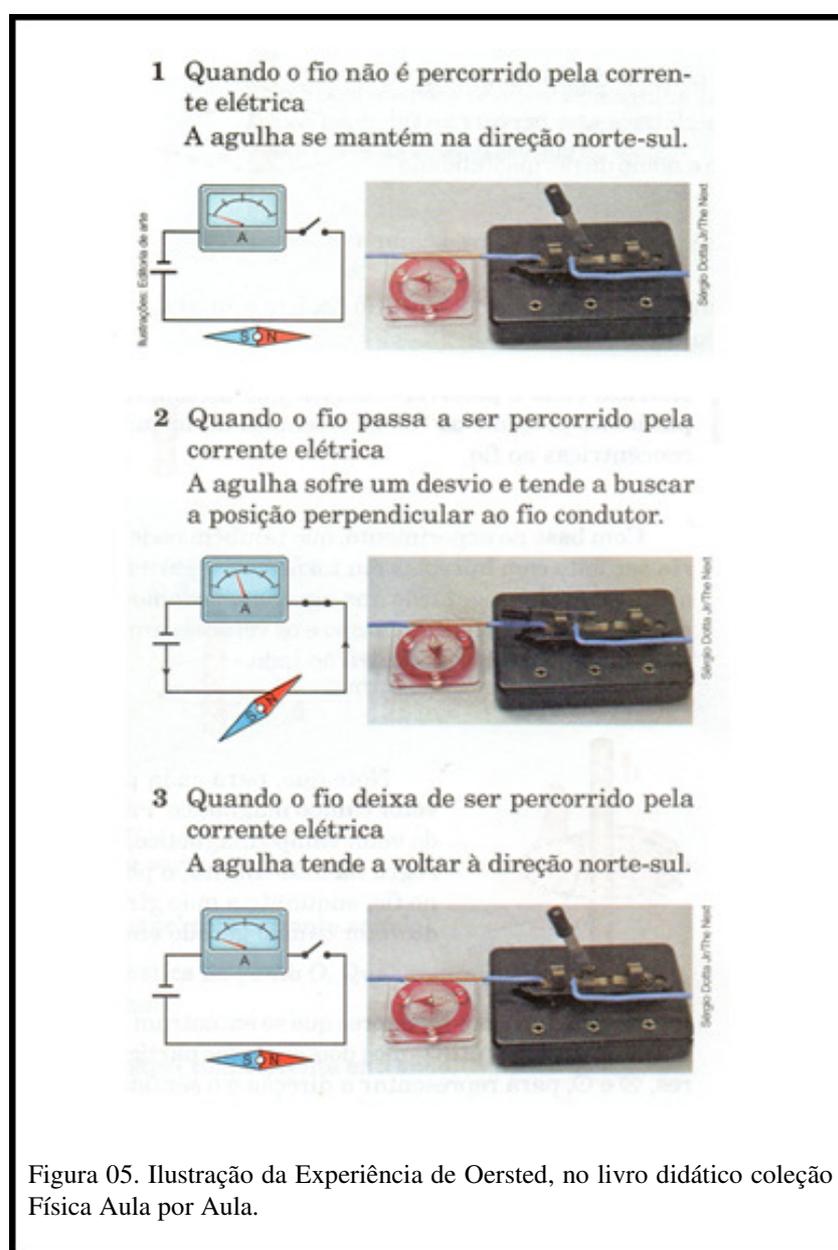
Figura 04. **a)** Experiência realizada no hemisfério norte. **b)** Experiência realizada no hemisfério sul.

Evidentemente, essa primeira reação foi sentida por todos os alunos que verificaram a discrepância nos sentidos apresentados na Figura 04. O giro da agulha depende do referencial, ou seja, se estamos no hemisfério norte, veremos que a agulha irá girar no sentido horário, mas se estamos no hemisfério sul, veremos gerar no sentido anti-horário.

Outro ponto que merece destaque refere-se à questão de posição da agulha imantada junto ao fio percorrido por uma corrente elétrica. Diferentemente do que expõe o livro adotado e usado na Escola (Coleção Física Aula por Aula. Ed. FTD, vol. 3, Claudio Xavier e Benigno Barreto, 2010, p. 175, Figura 05), a agulha não fica perpendicular ao fio, mas tem um leve desvio quando em presença da corrente elétrica. Esse fato mexeu com todos, como observamos nos comentários dos alunos C e D, durante a realização do experimento:

Aluno C – mas tá no livro que a agulha fica perpendicular ao fio;

Aluno D – e o livro tá errado professor?



Esses alunos, quando na resposta a quarta questão do pré-teste, afirmaram que:

Aluno C – a agulha ficaria rodando;

Aluno D – não aconteceria nada.

Com isso, buscamos na nossa revisão de literatura (Martins, 1988), subsídios que nos alerta para esse tipo de erros conceituais e históricos, encontrados nos livros didáticos. Assim, com a realização do experimento em sala de aula, esses mesmos alunos ficaram surpresos com os resultados obtidos, evidentemente, diferentes do que eles haviam respondido. No pós-teste, suas respostas mudaram na direção mais coerente cientificamente.

Aluno C – acontecerá um pequeno desvio, devido ao campo magnético formado pela corrente;

Aluno D – mudará a direção da agulha da bússola, por que o campo magnético altera a direção dela gerando um pequeno desvio.

Perceberam também que ao mudarmos a posição da bússola em relação ao fio, o pequeno desvio era diferente quando era colocada embaixo ou em cima do fio. Com isso, outros alunos, a exemplo de B e F, ficaram surpresos com os resultados obtidos, pois foram diferentes do que eles haviam afirmado na questão cinco do pré-teste.

Aluno B – a energia irá passar pela bússola;

Aluno F – não sabia o que iria acontecer.

Após visualizarem esses efeitos na reprodução do experimento, suas respostas no pós-teste mudaram sendo respondida de forma mais coerente.

Aluno B – a agulha da bússola irá mover cerca de 45° para leste ou oeste, isso mudará conforme a posição que ela vai está em relação ao fio. A bússola embaixo do fio, temos um desvio para o oeste e em cima para o leste;

Aluno F – ela teria um desvio de mais ou menos 45° nos dois casos, só mudaria o sentido que a agulha da bússola apontaria.

Outro ponto bastante importante que chamou a atenção dos alunos ocorreu quando falávamos sobre a origem do campo magnético; nesse ínterim, percebemos que vários questionamentos foram produzidos a cerca das duas primeiras questões do pré-teste. Notadamente, um dos questionamentos realizado pelo aluno I, sugere que:

Aluno I – no caso do prego e do ímã eu sei que ele irá atrair o prego, mas por que a agulha da bússola também seria atraída?

A riqueza desse questionamento permitiu evoluir nossa aula, para um contexto mais histórico, inserindo através da história da física, o conceito de campo magnético. Mostramos experimentalmente que um dos polos da agulha imantada da bússola, seria atraído pelo polo oposto do imã. Mostramos que polos de mesmo nome se repeliam e os polos de nomes opostos deveriam ser atraídos mutuamente. Com isso, alguns alunos notaram a importância do ensino da história da física, associado ao experimental, para poderem compreender alguns conceitos estudados. Entretanto, notamos que suas respostas para as duas primeiras questões foram diferentes, como os alunos A, G e I nos relatam no pré-teste:

Questão 1.

Aluno A – o prego é atraído pelo imã.

Aluno G – o prego é atraído pela força do imã.

Aluno I – eles se atraem, por eles serem de sinais opostos, com isso ocorre à atração.

Questão 2.

Aluno A – não sabia o que iria acontecer

Aluno G – o ponteiro da bússola será atraído pelo imã.

Aluno I – não aconteceria nada.

Diante disso, o aluno A mostra-se interessado em aprender e conhecer mais sobre a história da física, como afirma em seu comentário:

Aluno A – mesmo tendo respondido de forma errada, fico feliz por hoje ter conhecido um pouco da história da física e por agora saber responder com mais coerência.

Após todas as discussões, vimos que houve um ganho conceitual significativo, evidenciado a partir das respostas dos alunos no pós-teste. Por exemplo:

Questão 1.

Aluno A – o prego é atraído em direção ao imã, por que o imã produz um campo magnético e quando o prego está perto o suficiente para entrar neste campo sua força o atrairá.

Aluno G – haverá uma atração, devido ao campo magnético; pois o prego é uma propriedade atraída pelo imã.

Aluno I – ocorre uma força de atração entre ambos, por causa do campo magnético.

Questão 2.

A – a agulha será atraída pelo imã, mudando o sentido que aponta, por que o campo magnético altera a direção da agulha da bússola.

Aluno G – a agulha se moverá.

Aluno I – a agulha da bússola será atraída pelo polo oposto do imã.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, apresentamos nossas considerações finais, a partir da nossa proposta de ensino de física, pensada nos objetivos desta pesquisa. Nossa intenção busca contribuir para a aprendizagem dos alunos, associando um relato histórico sobre a origem do campo magnético a experimentos realizados em sala de aula, preservando a contextualização em que ele foi pensado. Evidentemente, os materiais que utilizamos foram diferentes dos que Oersted utilizou, em 1820, bem como a eficiência dos resultados obtidos, ou seja, pilhas, fios, bússola, eram rudimentares em relação aos que utilizamos em sala de aula e, portanto, não há como termos os mesmos resultados, mas a mesma concepção.

A primeira etapa de nossa pesquisa foi à realização do pré-teste. Com as respostas dos alunos pesquisados, traçamos os roteiros de aulas e experimentações, no sentido de obstaculizar ideias errôneas a respeito da origem do campo magnético. Paralelamente a esses pressupostos, nossa revisão de literatura nos alerta para uma possível concretização de erros conceituais nos livros didáticos, coisa que terminou por acontecer, gerando uma desconfiança naquilo que estávamos propondo nos experimentos, a exemplo do que relatamos no texto. Esse fato chama a atenção para a importância do livro utilizado como referência, no sentido de que ele parece para os alunos como perfeito ou sem erros.

Durante o relato histórico do experimento realizado por Oersted e a realização dos experimentos originais, percebemos na maioria dos alunos pesquisados, o grau de satisfação e surpresa, evidenciada pela participação e interesse com que eles faziam perguntas, realizavam os experimentos, procurando interagir fortemente com todo o aparato de uma aula para eles “diferenciada”. Os relatos descritos pelos alunos não foram gravados, infelizmente, o que termina por perdemos informações importantíssimas, notadamente as que se referem à percepção dos seus próprios erros descritos no pré-teste, quando eles manuseavam os experimentos, sem que houvesse por nossa parte, uma indicação de erro conceitual cometido. Para uma próxima pesquisa, sugerimos que um vídeo seja produzido, no sentido de esses tipos de informações não sejam perdidas.

Na análise das respostas do pós-teste, percebemos que houve um ganho conceitual na maioria dos alunos, quando passaram a entender o efeito da corrente elétrica sobre a bússola, evidenciando-se uma possível interpretação para a ideia de campo magnético,

associado ao campo magnético terrestre. Nossos registros norteiam para importância de uma descrição histórica de um acontecimento científico, em sala de aula, no sentido de que o estudo histórico pode dar uma grande contribuição ao ensino conceitual, mais profundo da física, como nos relata Martins (1988). Além disso, há possibilidades de contemplar o contexto social e cultural da sociedade vivida pelo cientista, bem como as controvérsias que emergiram com o advento da sua teoria, fato esse evidenciado durante o relato dos materiais que Oersted usou durante a realização do seu experimento, a exemplo do isolamento do fio, usando a meia da sua esposa.

Portanto, como alguns pesquisadores têm nos revelado, as descrições dos relatos históricos em sala de aula, contribuem fortemente no desenvolvimento e aprendizagem dos alunos, fazendo com que os alunos tenham uma melhor compreensão do assunto, bem como, evidenciando as dificuldades que os cientistas encontraram no processo teórico e prático dos seus experimentos.

Assim, ao finalizarmos este trabalho de pesquisa, concluímos que o uso do experimento histórico de Oersted em sala de aula do ensino médio, associado a uma reflexão sobre o seu relato histórico, contribuiu significativamente para a aprendizagem dos alunos envolvidos, notadamente quando se referem às dificuldades conceituais encontradas no pré-teste e seu avanço para uma consciência mais adequada, cientificamente, para o conceito de campo magnético ou o efeito da corrente elétrica sobre uma bússola.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, C. **A História da Indução Eletromagnética Contada em Livros Didáticos de Física.** UFPR, Curitiba, 2007

CHAIB, João Paulo M. C.; ASSIS, André K. T. **Experiência de Oersted em sala de aula.** Revista Brasileira de Ensino de Física, p. 41-51, 2007.

DIAS, V. S. **Michael Faraday: subsídios para a metodologia de trabalho experimental.** Dissertação – Instituto de Física, USP, São Paulo, 2004.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Contribuição do conhecimento histórico ao ensino do eletromagnetismo.** Caderno Catarinense de Ensino de Física 5: p. 49-57, 1988.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética.** Cadernos de História e Filosofia da Ciência (10): p. 115-122, 1986a.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Orsted e a descoberta do eletromagnetismo.** Cadernos de História e Filosofia da Ciência (10): p. 89-114, 1986b.

MATTHEWS, M.R. **História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.12, n.3, p.164-214, 1995.

MINAYO, M. C. S. *et al.* **Teoria, método e criatividade.** 27. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

PATTON, M. Q. **Quantitative research and evaluation methods.** 3. ed. California: Sage Publications, Inc; 2002.

RICHARDSON, R. J *et al.* **Pesquisa social: métodos e técnicas.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Claudio Xavier e Benigno Barreto. Coleção Física Aula por Aula, vol. 3, Ed. FTD, São Paulo, 2010.

APÊNDICE 1

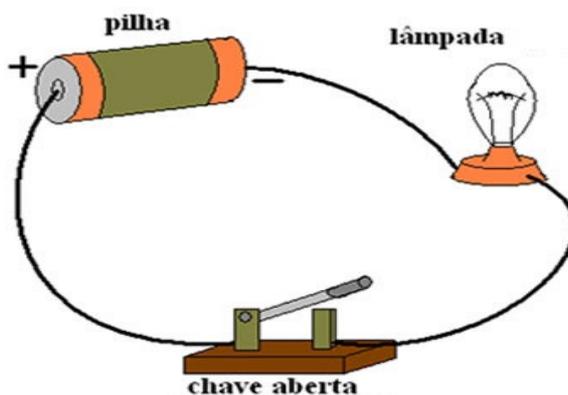
E.E.E.F.M. Dep. Álvaro Gaudêncio de Queiroz

Professor: _____

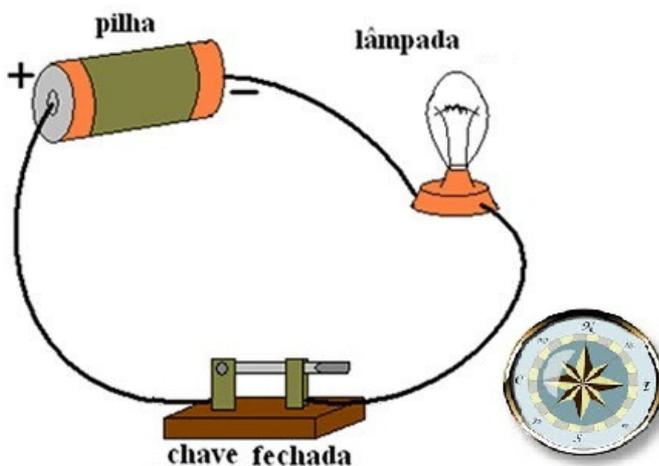
Aluno: _____ Série: _____

Atividade Pré-Teste e Pós-Teste

1. O que acontece se colocarmos um prego próximo a um ímã? Por quê?
2. E se colocarmos uma bússola próxima a um ímã? Por quê?
3. No arranjo da figura abaixo, se ligarmos a chave (S) a lâmpada deveria _____ . Por quê?



4. Após o acontecimento ocorrido na questão anterior (3), o que aconteceria se colocássemos uma bússola próxima ao fio? Por quê?



5. E se colocássemos a bússola em cima do fio? E embaixo do fio?