



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E GRADUAÇÃO**  
**INSTITUTO UFC VIRTUAL**  
**LICENCIATURA EM FÍSICA SEMIPRESENCIAL**

**FRANCISCO EDILSON DA SILVA**

**RESGATANDO A IMPORTÂNCIA DO EXPERIMENTO DE HANS CHRISTIAN**  
**OERSTED**

**BARBALHA-CE**

**2014**

**FRANCISCO EDILSON DA SILVA**

**RESGATANDO A IMPORTÂNCIA DO EXPERIMENTO DE HANS CHRISTIAN  
OERSTED**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física Semipresencial da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Licenciado em Física.

Orientadora: Dra. Kellen Cristina Vilhena Lima

**BARBALHA-CE**

**2014**

**FRANCISCO EDILSON DA SILVA**

**RESGATANDO A IMPORTÂNCIA DO EXPERIMENTO DE HANS CHRISTIAN  
OERSTED**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física Semipresencial da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção da graduação em Licenciatura em Física.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Kellen Cristina Vilhena Lima (Orientador)  
Secretaria de Educação Básica (SEDUC)

---

Prof. Me Dimas Vasconcelos  
Secretaria de Educação Básica (SEDUC)

---

Profa. Ma. Helainne Thomeny Girão  
Instituto UFC Virtual

## AGRADECIMENTOS

À Deus, ser supremo, por ter me dado o dom da vida e nos mandou Jesus Cristo como prova maior da sua existência.

A minha orientadora Profa. Dra. Kellen Cristina Vilhena Lima, pela maneira amiga e profissional dedicada durante as aulas de preparação para elaborar o Trabalho de Conclusão de Curso em apreço.

Aos notáveis componentes da banca examinadora, que com suas competências e habilidades dedicaram tempo e atenção na avaliação desta pesquisa.

Aos colegas professores Jonas e Cícero Lima, pela ajuda na aplicação da aula experimental.

Aos meus pais Joaquim Vicente da Silva (*in memoriam*) e Raimunda Tavares da Silva (*in memoriam*), exemplos de dignidade e perseverança em toda minha vida.

À minha esposa, filhos, irmãos, parentes e amigos que na trilha da vida muito contribuíram para o meu sucesso e felicidade.

À minha primeira professora na cidade de Araripe (CE), Maria Nice Alencar Nunes, por ter dado início ao meu primeiro contato com os livros.

“Deus nos fez perfeitos e não escolhe os  
capacitados, capacita os escolhidos.”  
(Albert Einstein)

## RESUMO

No decorrer do século XVIII e início do século XIX, muitos físicos e pesquisadores mantinham certa desconfiança a respeito das semelhanças entre as interações elétricas e as magnéticas. Dentre os cientistas interessados nesses fenômenos destacou-se o físico e químico dinamarquês Hans Christian Oersted. Somente no ano de 1820 ele conseguiu estabelecer a relação entre eletricidade e magnetismo, culminando com o surgimento do eletromagnetismo. Esta pesquisa teve como objetivo resgatar a importância do experimento clássico de Oersted. Para isso, realizou-se um estudo do contexto histórico da realização do experimento, seus desdobramentos para diferentes campos de conhecimentos físicos e tecnológicos e sua importância para os dias atuais; analisou-se os conceitos físicos relacionados ao experimento; e, construiu-se uma versão atual do experimento, com materiais de baixo custo, acessível de utilização em sala de aula. A proposta pedagógica resultante foi aplicada em sala de aula com alunos da escola E.E.M Figueiredo Correia e do Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC), ambos localizados na cidade de Juazeiro do Norte-CE.

**Palavras-chave:** Experimento de Oersted. História da Física. Ensino de Eletromagnetismo.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>07</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>09</b>
<b>2.1</b>	<b>Surgimento do Eletromagnetismo .....</b>	<b>09</b>
<b>2.2</b>	<b>Conceitos Físicos Relacionados à Experiência de Oersted .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.1</b>	<b><i>Propriedades dos Ímãs e Campo Magnético .....</i></b>	<b>13</b>
<b>2.2.2</b>	<b><i>Campo Magnético Criado por Corrente Elétrica num Fio Retilíneo ....</i></b>	<b>15</b>
<b>2.2.3</b>	<b><i>Força Magnética sobre Cargas Elétricas em Campo Uniforme .....</i></b>	<b>17</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Força sobre um Condutor Retilíneo .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Indução Eletromagnética .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.6</b>	<b><i>A Experiência de Oersted.....</i></b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>
	<b>APÊNDICE – PLANO DE AULA .....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Hans Christian Oersted (1777-1851) foi um físico e químico dinamarquês. É conhecido, sobretudo, por ter descoberto que as correntes elétricas podem criar campos magnéticos, estabeleceu a relação entre eletricidade e magnetismo, originando-se dessa maneira um ramo muito importante da Física, denominado de Eletromagnetismo. Esse fenômeno descoberto em 1820 representa para muitos estudiosos e especialistas o passo mais importante dado pelo homem no campo das Ciências Exatas (MAIA, 2007).

A razão da escolha desse tema foi porque a partir desta incrível descoberta muitos estudiosos e pesquisadores desenvolveram novas tecnologias que contribuíram para a melhoria da qualidade de vida das pessoas desde a época de sua descoberta até os dias atuais, em termos científicos e tecnológicos.

A pesquisa em apreço tem como justificativa principal mostrar os benefícios que existem na utilização do eletromagnetismo, que diuturnamente tem causado melhoria na qualidade de vida da humanidade, tendo em vista seu extenso uso nas atividades diárias, desde a sua descoberta aos dias atuais, bem como sua utilização nos diversos campos profissionais como; na medicina, engenharia e eletricidade, como também em vários setores da sociedade pós-moderna. Este fenômeno abrange o princípio de funcionamento de muitos aparelhos eletroeletrônicos, inclusive seu largo uso na produção de energia elétrica, termelétrica, dínamos, transformadores de tensão, motores elétricos, galvanômetros analógicos, microfones dinâmicos. Sendo também vastamente utilizado na área da saúde por meio da produção de imagens, para diagnosticar vários tipos de doenças detectadas por ultrassonografia e ressonância magnética.

Faz-se necessário resgatar a importância para a humanidade sobre essa descoberta feita por Oersted, a qual deve ser levada ao conhecimento do alunado, por meio do ambiente escolar. É de fundamental importância que os livros didáticos, disponibilizem nos seus conteúdos, informações mais abrangentes relativas ao notável experimento que culminou com a inter-relação entre a eletricidade e o magnetismo. Foi assim que o físico dinamarquês Hans C. Oersted, observou que uma corrente elétrica fluindo por meio de um fio condutor desviava uma agulha colocada próxima a esse fio. Acredita-se que seja necessário acrescentar, pelo menos no currículo do terceiro ano do ensino médio, mais conteúdos que possam resgatar a importância



do eletromagnetismo, de grande utilidade no atual estágio do desenvolvimento científico e tecnológico do mundo moderno. A escola representa o ambiente mais propício para que os nossos jovens possam aprender sobre a relevância desta descoberta, pois, muitos não se dão conta de sua importância que representa uma das ferramentas mais valiosas da modernidade científica e tecnológica, oriunda do conhecimento humano em sua trajetória evolutiva.

Esta pesquisa teve como objetivo geral resgatar a importância do experimento clássico de Oersted. Para alcançar este objetivo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o contexto histórico da realização do experimento, seus desdobramentos para diferentes campos de conhecimentos físicos e tecnológicos e sua importância para os dias atuais; analisou-se os conceitos físicos relacionados ao experimento; e, construiu-se uma versão atual do experimento, com materiais de baixo custo, acessível de utilização em sala de aula. A proposta pedagógica resultante foi aplicada em sala de aula com alunos da escola E.E.M Figueiredo Correia e do Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC), ambos localizados na cidade de Juazeiro do Norte-CE.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Surgimento do Eletromagnetismo

Os fenômenos elétricos já eram conhecidos desde a antiguidade (BONJORNO, 2003). Foi na Grécia, que o filósofo Tales de Mileto (640-546 a.C.) observou que o âmbar, ao ser atritado, adquire a propriedade de atrair objetos leves. Esse foi o ponto de partida do estudo da eletricidade. Porém, somente a partir do século XVI é que a Eletricidade começou a se desenvolver como ciência.

No século XIX, o período compreendido entre os anos de 1819 e 1831 foi dos mais férteis em descobertas no campo da eletricidade.

No ano de 1600, o médico inglês William Gilbert (1540-1603) verificou que outras substâncias, além do âmbar, quando atritadas, adquire a propriedade de atrair objetos leves. Ao fenômeno observado ele chamou de fenômeno elétrico. O termo elétrico criado por Gilbert deriva de *elektron*, que em grego significa âmbar.

No começo do século XIX, a investigação do italiano Alessandro Volta (1745-1827) deu origem à pilha eletroquímica, que consistia de discos de cobre e discos de zinco empilhados um sobre o outro e separados entre si por um disco de pano embebido em solução ácida. Os discos externos eram ligados por fios condutores, que são os terminais da pilha. Esse invento recebeu o nome de “pilha de volta” ou pilha elétrica, pois viabilizou a transformação de energia química em elétrica. Volta descreveu o seu trabalho como sendo a “(...) montagem de um certo número de bons condutores de diferentes tipos...São necessárias 30, 40, 60 ou mais peças (discos) de cobre ou... de prata”. (ROCHA, 2002, p.207). Com a invenção da pilha eletroquímica, iniciou-se assim a unificação entre os fenômenos químicos e elétricos.

A propriedade de alguns corpos de atraírem o ferro foi observada há muito tempo com um minério de ferro ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) da região da Magnésia, na Ásia; daí a denominação de magnetita dada ao minério e de magnetismo a essa propriedade. Magnetita é um ímã natural, mas pode-se obter ímãs artificiais através do processo de imantação, a saber; por atrito, quando uma barra de ferro é atritada por um ímã sempre no mesmo sentido; por contato, quando uma barra de ferro é colocada em contato com um ímã; e por indução, quando uma barra de ferro se imanta pela proximidade de um ímã sem que haja contato, apenas pela influência; por corrente

elétrica, quando um fio condutor de eletricidade é enrolado a uma barra de ferro e percorrido por uma corrente contínua.

Enquanto se preparava para realizar um experimento durante uma palestra na Universidade de Copenhagen, Hans Christian Oersted descobriu que a agulha imantada de uma bússola era desviada quando colocada próxima a uma corrente elétrica gerada através de uma pilha voltaica (uma forma primitiva da bateria). Esta ocorrência foi surpreendente, evidência sólida de que a eletricidade e o magnetismo são fenômenos relacionados. O anúncio da descoberta de Oersted incitou uma tremenda onda de pesquisas no campo nascente do eletromagnetismo no início da década de 1820. Em abril do mesmo ano, ele fez a descoberta da ligação entre os fenômenos elétricos e magnéticos para o qual ele é principalmente conhecido. Ele escreveu um pequeno tratado sobre a descoberta, mas a maior parte do trabalho posterior importante relativo à sua descoberta foi realizada por outros, como François Arago e André-Marie Ampère, o último dos quais fez a sua maior contribuição para a ciência aplicando rigorosamente para o estudo do eletromagnetismo.

FIGURA 1: O Jovem Hans Christian Oersted.



Fonte: Pintura de Christoffer Wilhelm Eckersberg, do século XIX (domínio público).

Em 1820 foi também o ano em que Oersted tornou-se a primeira pessoa a isolar a piperina (um componente da pimenta), tornando assim a sua marca em química, bem como a física. Alguns anos mais tarde, em 1825, Oersted novamente experimentou um sucesso notável no campo da química quando produziu uma

forma impura de alumínio metálico.

FIGURA 2: Hans Christian Oersted e um assistente observam uma demonstração dos efeitos de uma corrente electromagnética.



Fonte: Science Photo Library/Photo Researchers, Inc. "Ørsted, Hans Christian". Photograph. *Encyclopædia Britannica Online*. Web. 16 Nov. 2014. Disponível em: <<http://www.britannica.com/EBchecked/media/15987/Hans-Christian-Orsted-and-an-assistant-observe-a-demonstration-of>>

A primeira grande aplicação da descoberta de Oersted foi feita três anos mais tarde, por Dominique François Arago e Joseph Luis Gay-lussac. Este muito conhecido por seus trabalhos em Química. Eles observaram que quando passava corrente em um condutor enrolado numa barra de ferro, esta se imantava; estava pois, inventado o eletroímã. Petraconi Filho (2007) aponta que André-Marie Ampère estabeleceu a "regra do observador", e descobriu que um solenoide atua como um ímã. Posteriormente, Jean Baptiste Biot e Felix Savart descobriram, ao mesmo tempo, e independentemente um do outro, a lei que leva seus nomes.

A experiência da agulha imantada evidenciou um novo fenômeno, mas não conseguiu derrubar a tese de que os fenômenos naturais poderiam ser compreendidos a partir da ideia de que a natureza era um conjunto de corpúsculos ou fluidos inertes, com forças atuando entre eles. Alguns filósofos naturais construíram leis matemáticas e teorias que analisavam o experimento baseando-se na ação entre supostas partículas elétricas e magnéticas. Uma alternativa à explicação de Oersted foi a de uma temporária magnetização das partículas do fio condutor feita pelo físico francês Jean-Baptiste Biot (1774-1862).

O francês André-Marie Ampère (1775-1836) foi um dos filósofos naturais que

redirecionou seu trabalho após a divulgação do artigo de 1820. No entanto, o fato de estar na França não o fez seguir Biot. Relacionando-se com Arago, Fresnel, Dupont, Petit e Fourier, criou uma teoria própria, rompendo com o programa Laplaciano (CANEVA, 1980).

A descoberta do eletromagnetismo por Hans Christian Oersted em 1820 resultou numa nova revolução para a comunidade científica, mesmo sabendo que Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) publicou que não podia existir relação entre a eletricidade e o magnetismo, que considerava como dois fenômenos naturais totalmente diferentes, Oersted provou que uma corrente elétrica faz desviar a agulha de uma bússola provando a inter-relação entre esses dois importantes ramos da física. André-Marie Ampère iniciou imediatamente um estudo experimental baseando-se na descoberta de Oersted. A partir de 1820, apresentou várias informações à Academia Real de Ciências, relatando a descoberta e a análise da ação de um ímã sobre uma corrente elétrica e as interações entre duas correntes. A sua notável lei da interação entre correntes elétricas apareceu no ano de 1827. Tendo observado a existência de campos magnéticos na vizinhança de uma fonte elétrica. Uma vez que o desvio da agulha magnetizada depende da intensidade da corrente, a descoberta de Oersted originou a invenção um instrumento de medida fundamental: o galvanômetro. A partir de 1820, Johann Salomo Schweigger amplificou o desvio com o auxílio de uma bobina e Ampère neutralizou a influência magnética terrestre com a sua agulha estática dupla.

Em seguida, dando continuidade a esta descoberta, Karl Friedrich Gauss, publicou seu famoso trabalho Teoria Geral do Magnetismo em 1839. Sua teoria tornou-se mais abrangente, pois serviu de modelo para muitos outros campos da física. A publicação de Gauss deu-se não apenas na definição de quantidade de eletricidade a partir da lei de Coulomb, mas essa forneceu também a primeira medida absoluta do momento magnético de ímãs e da intensidade do campo magnético terrestre. Ele criou o primeiro sistema de unidades eletromagnéticas, no qual "uma unidade de quantidade de eletricidade é a quantidade que, a uma distância de um centímetro, repele uma quantidade igual com uma força de uma dina (equivalente  $10^5$  N)." (MAIA, 2007).

Menezes (2005) aponta ainda que Michael Faraday (1791-1867) foi quem ampliou a unificação da eletricidade com o magnetismo, ao descobrir a indução eletromagnética, ou seja, que o movimento de um ímã pode gerar corrente num circuito.

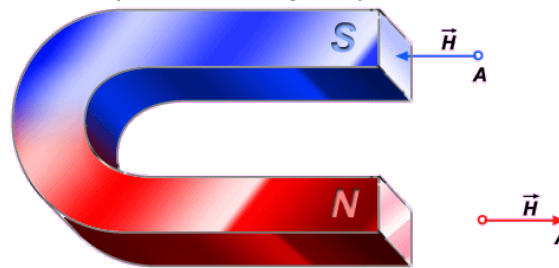
## 2.2 Conceitos Físicos Relacionados à Experiência de Oersted

### 2.2.1 Propriedades dos Ímãs e Campo Magnético

Os ímãs podem conservar a propriedade magnética por muito tempo, ou perdê-la assim que cesse a causa da imantação. No primeiro caso, são denominados ímãs permanentes; no segundo, ímãs temporários ou transitórios.

Um ímã não tem a propriedade magnética em toda sua extensão, mas somente nas regiões denominadas regiões polares. Entre as regiões polares há uma região denominada neutra, que não possui propriedade magnética.

FIGURA 3: Representa as regiões polares e neutras do ímã



Fonte: Efísica. Disponível em:

<[http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/campo\\_magnetico/ima\\_colocado\\_campo\\_mag/](http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/campo_magnetico/ima_colocado_campo_mag/)>

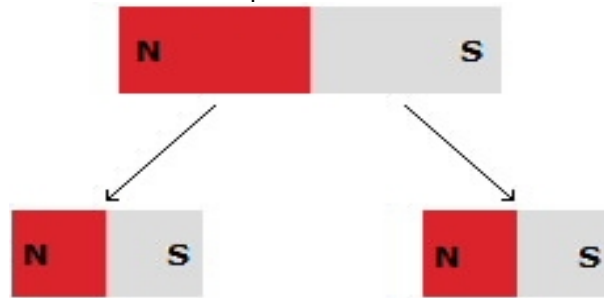
Um ímã em forma de barra ou em ferradura magnética possui duas regiões; região polar norte magnética do ímã (N), é aquela que se volta para o norte geográfico da Terra; região polar sul magnética do ímã (S), é aquela que se volta para o polo sul geográfico da Terra. Assim, o ímã tem dois polos magnéticos, polo norte e polo sul.

Uma propriedade muito importante dos ímãs é que os polos magnéticos são inseparáveis, isto é, se dividir um ímã ao meio obtém-se sempre dois novos ímãs, cada um com os polos norte e sul (OMOTE, 1982)

Os polos dos ímãs em forma de barra localizam-se em suas extremidades, quando um desses ímãs é suspenso pelo seu centro de gravidade, como no caso da agulha magnética da bússola, ele se alinha aproximadamente na direção norte-sul geográfica do local.

Atração e repulsão é uma propriedade apresentada pelos ímãs que estabelecem respectivamente uma propriedade muito importante dos mesmos; qual seja, polos magnéticos de mesmo nome se repelem e polos magnéticos de nomes diferentes se atraem.

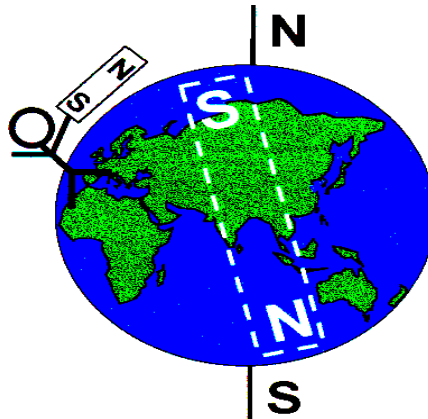
FIGURA 4: Representa ímã subdivido



Fonte: Infoescola. Disponível em:  
<<http://www.infoescola.com/fisica/ima/>>

Vale salientar que os polos geográficos e polos magnéticos da Terra não estão exatamente no mesmo local, como observado na figura seguinte.

FIGURA 5: representa que o magnetismo da Terra difere das orientações geográficas norte-sul



Fonte: Site de Curiosidades. Disponível em:  
<<http://www.sitedecuriosidades.com/curiosidade/o-magnetismo-da-terra.html>>

O polo sul magnético da Terra encontra-se no Canadá, acerca de 1300 km do polo norte geográfico, e seu ponto norte magnético está na costa do continente antártico. Dessa forma, a terra se comporta aproximadamente como o ímã que forma cerca de  $11^\circ$  com a direção norte-sul geográfica.

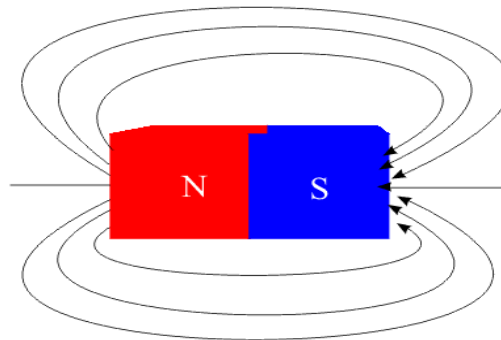
Chama-se campo magnético de uma massa magnética à região que envolve essa massa, e, dentro da qual ela consegue exercer ações magnéticas. Já vimos que não existe na natureza uma massa magnética isolada, porque um polo norte sempre aparece associado a um polo sul. Desse modo, o campo magnético do polo norte de um ímã está sempre influenciado pelo polo sul do mesmo ímã. Mas, para facilidade de estudo, consideraremos em primeiro lugar o campo magnético de um polo único. Para isso temos de considerar ímãs suficientemente alongados para que possamos desprezar a influência de um polo sobre o outro. (BONJORNIO *et al.*,

2003).

Também é possível definir um vetor que descreva este campo, chamado vetor indução magnética e simbolizado por  $\vec{B}$ . Se pudermos colocar uma pequena bússola em um ponto sob ação do campo, o vetor  $\vec{B}$  terá direção da reta em que a agulha se alinha e sentido para onde aponta o polo norte magnético da agulha.

Se pudermos traçar todos os pontos onde há um vetor indução magnética associado, veremos linhas que são chamadas linhas de indução do campo magnético, estas são orientadas do polo norte em direção ao sul, e em cada ponto o vetor  $\vec{B}$  tangencia estas linhas (YAMAMOTO; FUKU, 2010).

FIGURA 6: Representação do campo magnético de um ímã em barra.



Fonte: Só Física. Disponível em:

<<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/campo.php>>

As linhas de indução existem também no interior do ímã, portanto são linhas fechadas e sua orientação interna é do polo sul ao polo norte. Assim como as linhas de força, as linhas de indução não podem se cruzar e são mais densas onde o campo é mais intenso.

### 2.2.2 Campo Magnético Criado por Corrente Elétrica num Fio Retilíneo

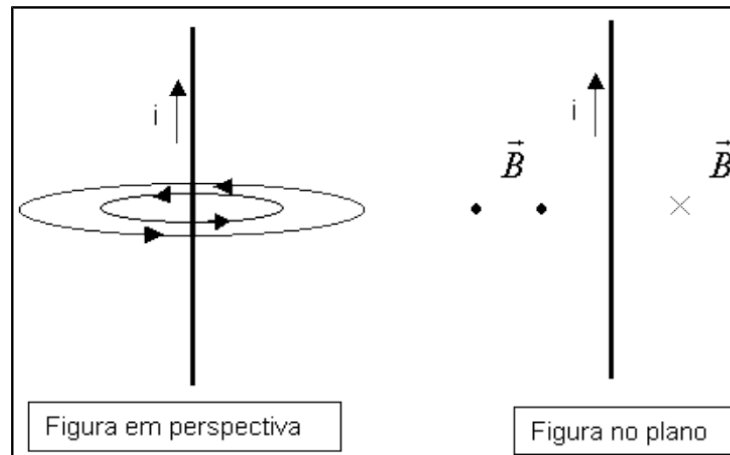
Quando uma corrente elétrica  $i$  percorre um fio retilíneo produz ao seu redor um campo magnético  $\vec{B}$  num plano perpendicular ao fio, cujo módulo depende da distância  $r$  ao fio e pode ser determinado por:

$$B = \frac{\mu}{2\pi} \frac{i}{R}$$

onde  $\mu$  é a permeabilidade magnética. Para o vácuo  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$



FIGURA 7: Um fio reto percorrido por uma corrente elétrica  $i$  formando em seu redor um campo magnético.



Fonte: Prof. Arjuna C. Panzera. Disponível em:

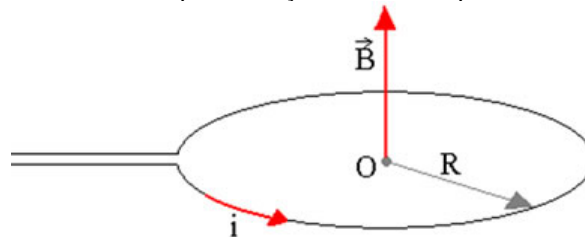
<[http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/documentos/md/em/fisica/2010-08/md-em-fs-16.pdf](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/documentos/md/em/fisica/2010-08/md-em-fs-16.pdf)>

### 2.2.2 Campo Magnético Criado por uma Espira Circular

Para uma espira circular de raio  $R$ , percorrida por uma corrente elétrica  $i$ , a intensidade do campo magnético no centro é dada por:

$$B = \frac{\mu}{2} \cdot \frac{i}{R}$$

FIGURA 8: Representação de uma espira circular.



Fonte: Mundo Educação. Disponível em:

<<http://www.mundoeducacao.com/fisica/campo-uma-espira-circular.htm>>

Para  $N$  espiras circulares iguais e justapostas a intensidade do campo magnético no centro da bobina vale:

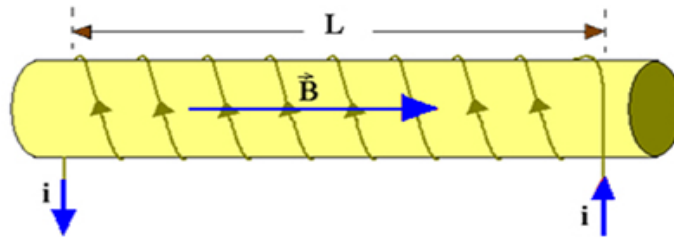
$$B = N \frac{\mu}{2} \cdot \frac{i}{R}$$

A intensidade do campo magnético no interior de um solenoide, formado por  $N$  voltas e de comprimento  $L$ , é dada por:

$$B = \mu \cdot \frac{N}{L} \cdot i$$

Esta expressão é válida para qualquer ponto no interior de um solenoide, visto que nessa região o campo magnético é uniforme.

FIGURA 9: Representação de um solenoide.

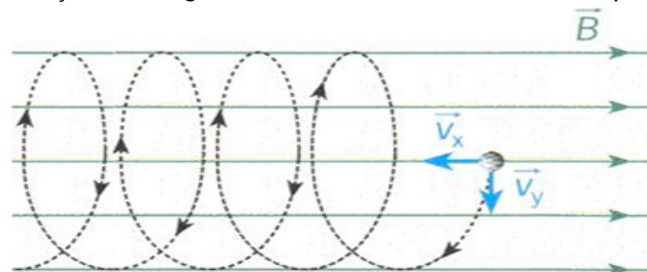


Fonte: Brasil Escola. Disponível em:  
<<http://m.brasilecola.com/fisica/campo-magnetico-no-solenoide.htm>>

### 2.2.3 Força Magnética sobre Cargas Elétricas em Campo Uniforme

Uma carga pontual  $q$  lançada com uma velocidade  $\vec{v}$  em uma região do espaço onde há um campo magnético uniforme  $\vec{B}$  fica sujeita a uma força de origem magnética  $\vec{F}_m$ ,

FIGURA 10: Representação de Carga Elétrica em movimento num Campo Magnético Uniforme



Fonte: Site do prof. Paulo Portugal. Disponível em:  
<<http://profs.ccems.pt/PauloPortugal/PHYSICA/Magnetico/Magnetico.html>>

O módulo da força magnética pode ser determinado pela fórmula:

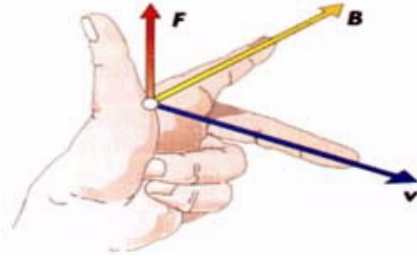
$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha,$$

em que  $\alpha$  é o ângulo entre os vetores velocidade  $\vec{v}$  e campo magnético  $\vec{B}$ .

Os três vetores  $\vec{B}$ ,  $\vec{v}$  e  $\vec{F}_m$  não pertencem ao mesmo plano. Sant'anna *et al.* (2010) diz que para se determinar a direção e sentido da força magnética  $\vec{F}_m$ , aplica-se a regra da mão esquerda. Nesta regra, o sentido de  $\vec{F}_m$  é indicado pelo polegar, o de  $\vec{B}$  pelo dedo indicador e o sentido da corrente  $i$  pelo dedo médio. O sentido da corrente  $i$  é o sentido do movimento das cargas positivas (sentido de  $\vec{v}$

coincide com o sentido da corrente  $i$  para as cargas positivas, para as cargas negativas o sentido de  $\vec{v}$  é o oposto da corrente  $i$ ).

FIGURA 11: Representação da regra da mão esquerda.



Fonte: Infoescola. Disponível em:  
<<http://www.infoescola.com/fisica/forca-magnetica-sobre-cargas/>>

Para o vetor  $\vec{B}$  usamos as seguintes representações para facilitar a esquematização:

- $\vec{B}$  perpendicular e saindo desta folha  $\odot$
- $\vec{B}$  perpendicular e entrando nesta folha  $\otimes$

#### 2.2.4 Força sobre um Condutor Retilíneo

Quando se tem um fio retilíneo percorrido por uma corrente elétrica no interior do campo magnético  $\vec{B}$ , isto é, as cargas movem no interior do condutor, cada carga fica sob ação da força magnética cujo efeito resultante  $\vec{F}_m$  pode ser determinado pela expressão:

$$F_m = B \cdot i \cdot L \cdot \text{sen}\theta,$$

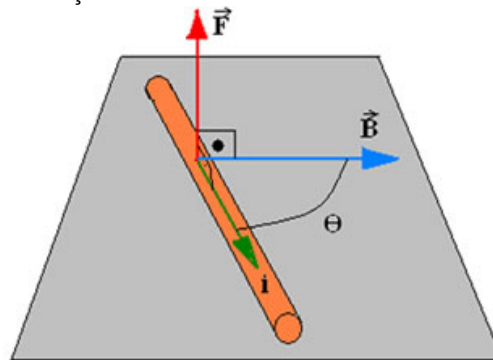
onde:  $i$  – intensidade de corrente;

$L$  – comprimento do fio no interior do campo magnético;

$\theta$  – ângulo formado entre o condutor e o vetor  $\vec{B}$ .

Esta força magnética, em um condutor no interior de  $\vec{B}$ , é a responsável pela deflexão nos ponteiros dos galvanômetros e no funcionamento dos motores elétricos.

FIGURA 12: Representação de um condutor retilíneo em um campo magnético



Fonte: Mundo e Educação. Disponível em:

<<http://www.mundoeducacao.com/fisica/forca-magnetica-um-condutor-retilineo.htm>>

### 2.2.5 Indução Eletromagnética

Sabe-se que a produção de energia elétrica exige o consumo de uma forma qualquer de energia. Até a época de Faraday, usava-se a energia química para ser transformada em energia elétrica, de maneira aproveitável, por meio de pilhas ou baterias. Todavia, esse processo não é o recomendado para se produzir energia em grandes quantidades. Máximo (2000), traz que 1831, Faraday descobriu o fenômeno da indução eletromagnética, que provocou uma verdadeira revolução no estudo do eletromagnetismo. Graças a esta descoberta, foi possível construir os dínamos, que são aparelhos cujo funcionamento se baseia no fenômeno da indução eletromagnética e que transforma energia mecânica (de uma queda d'água, por exemplo) em energia elétrica.

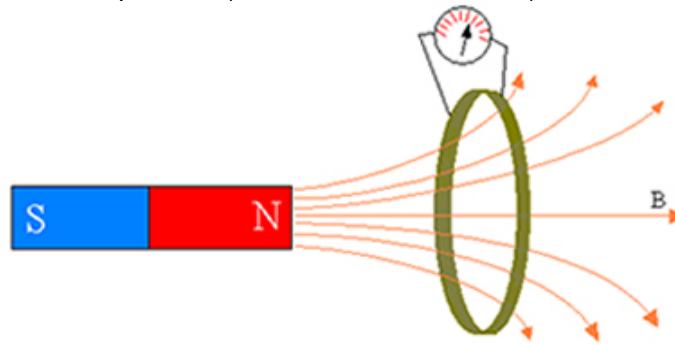
O texto colocado na sequência, traduzido por Dias e Hosoume (2004), apresenta a descrição de como Faraday construiu o seu aparato experimental:

Foi feito um anel de ferro [ferro doce] circular, com 7/8 de polegada de espessura e 6 polegadas de diâmetro externo. Várias espiras de fio de cobre foram enroladas ao redor de uma metade do anel, as espiras sendo separadas por barbante e algodão – existiam três extensões de fio, cada um aproximadamente com 24 pés de comprimento e eles poderiam ser ligados como uma só extensão ou usados como pedaços separados, cada um isolado do outro. Chamarei esse lado do anel de A. No outro lado, mas separado por um intervalo, foram enrolados fios em dois pedaços juntos, contabilizando aproximadamente 60 pés em comprimento, a direção sendo como uma das primeiras espiras; este lado chamarei B. (FARADAY *apud* DIAS; HO-SOUME, 2004, p.44)

Quando uma área delimitada por um condutor sofre variação de fluxo de indução magnética é criado entre seus terminais uma força eletromotriz ou tensão. Se os terminais estiverem ligados a um aparelho elétrico ou a um medidor de

corrente esta força eletromotriz ira gerar uma corrente, chamada corrente induzida. Este fenômeno é chamado de indução eletromagnética, pois é causado por um campo magnético e gera correntes elétricas. A corrente induzida só existe enquanto há variação do fluxo, chamado fluxo indutor (FERRARO, 2004).

FIGURA 13: Representação do fenômeno de indução eletromagnética.



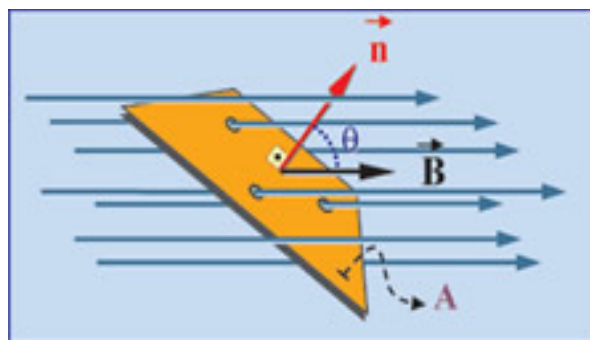
Fonte: Brasil Escola. Disponível em:  
<<http://m.brasilecola.com/fisica/a-inducao-eletromagnetica.htm>>

A quantidade de linhas de indução que atravessa uma superfície é denominada fluxo de indução magnética  $\Phi$ , que é o produto da componente normal  $B_n$  de  $\vec{B}$  pela a área  $S$  da superfície considerada.  $\Phi = B_n \cdot S$ .

A força eletromotriz induzida  $\varepsilon$  é dada pela variação do fluxo de indução magnética  $\Phi$  no tempo. É determinada pela equação é conhecida como lei de Faraday-Neumann:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

FIGURA 14: Representação do fluxo magnético



Fonte: Brasil Escola. Disponível em:  
<<http://m.brasilecola.com/fisica/fluxo-magnetico-lei-faraday.htm>>

“Quase toda energia elétrica que consumimos se origina da energia mecânica da água transformada em elétrica (hidroelétrica) por meio de dínamos, dispositivos que transformam a energia pela indução eletromagnética” (BOSQUILHA;

PELEGRINI, 2003).

Até as descobertas de Faraday e de Joseph Henry (1797-1878), a produção de energia elétrica era através de pilhas, o que não seria viável para produção de energia em grande escala, se as únicas fontes de força eletromotriz fossem de natureza química.

No todo, às clássicas ciências físicas não foram revolucionadas, isto é, permaneceram substancialmente dentro dos termos de referência estabelecidos por Newton, ou continuando as linhas de pesquisa já seguidas no século XVIII ou expandindo as antigas descobertas fragmentárias e coordenando-as em sistemas teóricos mais amplos. Assim, o mais importante dos novos campos abertos, e o único que teve imediatas consequências tecnológicas, foi o da eletricidade, ou melhor, do eletromagnetismo. Cinco datas importantes marcam seu progresso decisivo: 1786, quando Galvani descobriu a corrente elétrica; 1799, quando Volta construiu sua bateria; 1800, quando a eletrólise foi descoberta; 1820, quando Oersted descobriu a conexão entre eletricidade e magnetismo; 1831, quando Faraday estabeleceu as relações entre todas estas forças, e por acaso se viu como o pioneiro de um enfoque da física (em termos de “campos”, em vez de impulsos mecânicos) que se antecipava à era moderna. (HOBSBAWM, p.388)

### 2.2.6 A Experiência de Oersted

Oersted realizou uma experiência que lhe proporcionou uma descoberta inovadora. Percebeu que a agulha de uma bússola colocada paralela e sob um fio condutor, na mesma direção do mesmo, sendo percorrida por uma corrente elétrica, a agulha sofria mudança de direção de modo que assumia uma posição perpendicular ao plano definido pelo fio e pelo centro da agulha.



Fonte: Prof. Arjuna C. Panzera. Disponível em:

<[http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/documentos/md/em/fisica/2010-08/md-em-fs-16.pdf](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/documentos/md/em/fisica/2010-08/md-em-fs-16.pdf)>

Uma agulha magnética, em condições normais (apenas apoiada no seu centro de gravidade), só se movimenta quando está sujeita a um campo magnético. O deslocamento da agulha na presença de um fio condutor percorrido por uma corrente só poderia ocorrer se criasse um campo magnético em torno do fio. Em resumo, uma corrente elétrica origina ao seu redor um campo magnético. Esse campo magnético sobrepõe-se ao campo magnético terrestre e orienta a agulha magnética. Dessa maneira, percebeu-se que o magnetismo provém do movimento de cargas elétricas.

A descoberta de Oersted foi tão importante que lhe rendeu uma homenagem no sistema de unidades CGS, a unidade para indução magnética é o Oersted.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir o objetivo geral de resgatar a importância da experiência de Oersted, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o tema (LIMA, 2010). Primeiramente fez-se um estudo teórico sobre o contexto histórico da experiência de Oersted, em seguida, foram analisados os conceitos físicos relacionados com o fenômeno observado.

Para completar a pesquisa, montou-se uma versão atual do experimento com materiais de baixo custo para utilização em sala de aula.

As aulas experimentais foram realizadas com alunos do 3º ano do ensino médio da E.E.M Figueiredo Correia, da rede pública estadual, e com alunos do CENTEC, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, ambos localizados na cidade de Juazeiro do Norte-CE.

Conforme plano de aula (Apêndice), nas aulas experimentais foram apresentados e discutidos o contexto histórico e a relevância para os dias atuais da experiência de Oersted, além de explicados os conceitos Físicos relacionados.

Também aplicou-se o seguinte questionário:

- 1) Como se explica a ocorrência desse fenômeno?
- 2) Que fatores provocaram o fenômeno ?
- 3) O que vocês (alunos) entendem sobre campo magnético?
- 4) Quem primeiro se destacou em descobrir o eletromagnetismo?
- 5) Existe algum benefício científico e tecnológico sobre o uso do eletromagnetismo?
- 6) Quais inventos usados no cotidiano que funcionam à base do eletromagnetismo?
- 7) A energia elétrica que usamos faz uso de que fenômeno?



## 4 RESULTADOS

A discussão e análise dos resultados foram realizadas levando-se em consideração a revisão de literatura, a fundamentação teórica e a realização da experiência de Oersted em sala de aula.

Revisando a literatura sobre o tema de pesquisa, comprovou-se a importância do experimento de Oersted. Os desdobramentos desta descoberta geraram notáveis melhorias na qualidade de vida da humanidade, em virtude do extenso uso nas atividades diárias das pessoas, bem como sua utilização nos vários campos profissionais, tais como medicina, engenharia, eletricidade etc. Um destaque especial ao vasto uso do eletromagnetismo, que teve sua origem na experiência de Oersted, na área da saúde, através da produção de imagens, para diagnosticar muitos tipos de doenças, detectadas por meio de ultrassonografia e ressonância magnética.

Da mesma forma, constatou-se no estudo dos conceitos físicos relacionados à experiência de Oersted, que estes estão presentes em diferentes áreas do conhecimento humano e aplicações tecnológicas, no princípio de funcionamento de vários aparelhos, ferramentas e instrumentos eletroeletrônicos, inclusive sua larga utilização na produção de energia elétrica, termelétrica, nuclear, microfones dinâmicos, dínamos, motores elétricos, galvanômetros analógicos, transformadores de tensão etc.

Para a aplicação experimental em sala de aula buscou-se por materiais de baixo custo e de fácil acesso. Sabe-se que hoje em dia existem equipamentos prontos para este fim didático, todavia, optou-se por materiais mais simples, para mostrar ao aluno que é possível obter o mesmo resultado que o notável físico dinamarquês obteve em 21 de julho de 1820, na Universidade de Copenhague, na Dinamarca.

Este experimento já foi realizado algumas vezes em sala de aula, porém, com os objetivos desta pesquisa aplicou-se em uma turma de alunos do terceiro ano do ensino médio da E.E.M Figueiredo Correia, da rede pública e também com outra turma de alunos de série semelhante do CENTEC, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, na cidade de Juazeiro do Norte-CE, com a colaboração dos professores Jonas, da Escola Figueiredo Correia, e Cícero Lima, do CENTEC.

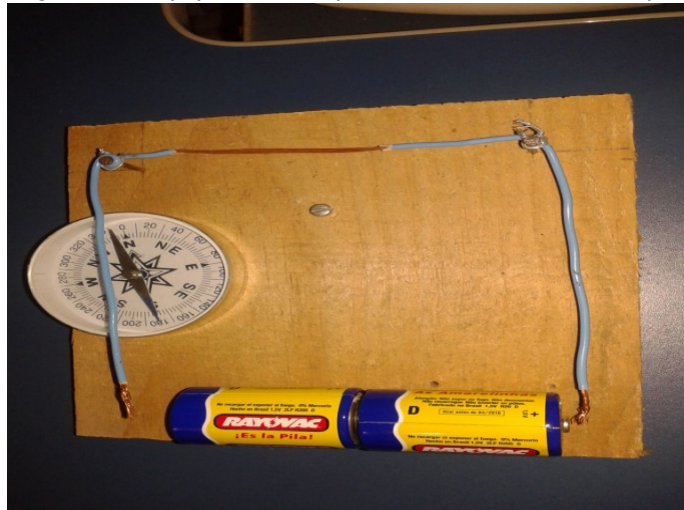
Um total de dez alunos do terceiro ano, turma B, da Escola de Ensino Médio

Figueiredo Correia, participaram às oito horas do dia treze de outubro de uma aula sobre o Eletromagnetismo a qual se revestiu de teorias e prática com o experimento feito de materiais de baixo custo e fácil poder aquisitivo; conforme imagem abaixo do artefato que serviu de demonstração para os alunos participantes da citada aula.

Já no dia vinte e oito de outubro deste ano, foi realizada uma aula às quatorze horas com oito alunos do CENTEC cujo procedimento metodológico foi semelhante ao efetivado na Escola Figueiredo Correia.

Foi permitido que os alunos participassem da montagem do experimento. Alguns alunos mais curiosos se aproximaram da mesa para a montagem do artefato (FIGURA 10).

FIGURA 17: Fotografia do equipamento experimental confeccionado para a pesquisa.



Fonte: Autor.

A bússola foi colocada sob o fio na posição paralela, em seguida, feita a conexão dos fios condutores com as duas pilhas, fechando-se o circuito em que cada ponta dos fios ficou unida respectivamente aos polos positivo e negativo das pilhas, que atuaram como uma bateria. Os alunos fecharam o circuito e logo perceberam a deflexão da agulha imantada da bússola, que ficou numa posição perpendicular ao fio. Tanto os alunos da Escola Figueiredo Correia quanto os estudantes do CENTEC mostraram-se perplexos com o fato que justificou o fenômeno da descoberta do Eletromagnetismo através do experimento que eles mesmos manipularam.

O material utilizado para esta pesquisa a respeito de tal experimento tem a seguinte composição: uma peça de madeira retangular com dimensões de 20cm x

20cm, uma bússola, dois pregos, duas pilhas comuns (1,5V), 40cm de fio de cobre. O equipamento foi montado conforme a FIGURA.10

Para instigar as discussões com os alunos sobre o fenômeno em estudo realizou-se oralmente alguns questionamentos:

- 1) Como se explica a ocorrência desse fenômeno?
- 2) Que fatores provocaram o fenômeno ?
- 3) O que vocês (alunos) entendem sobre campo magnético?
- 4) Quem primeiro se destacou em descobrir o eletromagnetismo?
- 5) Existe algum benefício científico e tecnológico sobre o uso do eletromagnetismo?
- 6) Quais inventos usados no cotidiano que funcionam à base do eletromagnetismo?
- 7) A energia elétrica que usamos faz uso de que fenômeno?

Esperava-se que os alunos já dominassem os conceitos físicos básicos, mas poucos souberam responder as perguntas de maneira satisfatória, usando os conceitos teóricos sobre eletricidade e magnetismo. Alguns deles responderam que havia se formado um campo magnético; outros disseram que campo magnético era uma região que exercia atração e repulsão em volta do fio. Nenhum deles soube explicar a inter-relação entre a Eletricidade e o Magnetismo principal fato gerador do Eletromagnetismo. Quatro alunos do CENTEC apresentaram um melhor nível de conhecimento, pois souberam definir força magnética e demonstraram entender que vários aparelhos eletroeletrônicos funcionam à base da indução eletromagnética.

Completo-se a aula com as explicações sobre o experimento e relato da história oriunda da descoberta feita pelo cientista Hans Christian Oersted. Os alunos demonstraram-se esclarecidos sobre os questionamentos realizados anteriormente e sobre a importância do eletromagnetismo no cotidiano da humanidade.

Identificou-se na pesquisa com os alunos que a maioria deles não domina vários temas da Física, provavelmente devido a falta de aulas práticas, de campo, ou mesmo em sala de aula. A construção de experimentos de baixo custo aliada à contextualização histórica mostra que é possível implementar ações que motivem a interdisciplinaridade com mais práticas pedagógicas, capazes de alavancar o processo de ensino e aprendizagem, principalmente no âmbito das escolas da rede pública.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho abordou a necessidade de se fazer o resgate histórico de experimentos e descobertas que influenciam nossas vidas mesmo sem nos darmos conta disso.

Em uma disciplina onde se trabalha com Eletromagnetismo, cujo objetivo central seja a reflexão sobre a ciência, a discussão da experiência da agulha imantada é um ponto que merece destaque, pois não foi aleatória. Oersted vivia em um ambiente que o impulsionava a buscar uma relação entre eletricidade e magnetismo e trabalhos anteriores mostravam-lhe caminhos que valiam ser explorados.

A contextualização histórica, 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.

É evidente que a aprendizagem se dá melhor por meio de atividades interativas, onde o aluno participa diretamente da experimentação e formalização de suas ideias, incentivando ele à pesquisa científica. O uso do experimento sendo este de baixo custo e de fácil acesso contribui para um aprendizado eficiente e permite que o aluno desenvolva suas competências e habilidades no campo da pesquisa e a partir dos dados coletados consiga melhorias no tocante a construção do seu conhecimento.

Fazendo uma reflexão sobre o processo do ensino-aprendizagem, principalmente na escola da rede pública de um modo geral, percebe-se a necessidade urgente de estabelecer aulas práticas em laboratório, de campo, ou até mesmo em sala de aula, com a facilidade demonstrada nesta pesquisa de utilização de experimentos de baixo custo.

O professor, sem dúvida, ainda é o mais importante mediador da aprendizagem em sala de aula. Para tanto, deve também manter-se preparado, atualizado e bem remunerado. Aos gestores públicos, cabe essa tarefa de lutar por políticas que promovam o desenvolvimento da nossa educação, pois eles são escolhidos justamente para isso. A sociedade como um todo, tem o dever de cobrar e acompanhar o trabalho daqueles que se dizem nossos representantes públicos.

## REFERÊNCIAS

BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina Azenha; BONJORNO, Valter; RAMOS, Clinton Márcico. **Física História & Cotidiano vol. 3.** São Paulo: FTD, 2003.

BOSQUILHA, Alessandra; PELEGRINI, Márcio. **Minimanual compacto de física: teoria e prática.** 2. ed. São Pulo: Rideel, 2003.

CANEVA, K. L. Ampère, the etherians, and the Oersted connexion. **British Journal for the History of Science** vol. 32, p. 121- 138, 1980.

DIAS, W. S.; HOSOUME, Y. **Leituras de Física.** São Paulo: GREF - Instituto de Física da USP, 2004. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/>>

FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Física Básica.** 2. ed. São Paulo: Atual, 2004.

HOBSBAWM, Eric J. **A Era das Revoluções: 1789-1848.** São Paulo: Editora Paz e Terra, 25 ed., 2009.

LIMA, L.O. **Pesquisa Científica.** Rio de Janeiro: Artmed, 2010.

MAIA, Raul. **Manual de Física.** São Paulo: Difusão Cultural do Livro DCL, 2007.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física Ensino Médio.** 3. ed. São Paulo: Scipione, 2000.

MENEZES, L. C. **A matéria: Uma Aventura do Espírito: Fundamentos e Fronteiras do Conhecimento Físico.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

OMOTE, Noriyasu. **Física.** 3 ed. São Paulo: Moderna, 1987.

PETRAÇONI FILHO, Gilberto. **Experimento de Oersted.** Disponível em: <[http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/19983/313\\_RT.pdf?sequence=38](http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/19983/313_RT.pdf?sequence=38)>

ROCHA, José Fernando. **Origem e evolução das ideias da Física.** São Paulo: EDUFBA, 2002.

SANT'ANNA, Blaidi; REIS, Hugo Carneiro; MARTINI, Gloria; SPINELLI, Walter. **Conexões com a Física.** Vol.3. São Paulo: Moderna, 2010.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Manual do Professor Física para o ensino médio.** São Paulo: Saraiva, 2010.

## APÊNDICE – PLANO DE AULA

**1. TEMA:** A experiência clássica de Oersted e a descoberta do Eletromagnetismo.

**2. OBJETIVOS:** Conhecer o experimento de Oersted, seu contexto histórico, seus desdobramentos e conceitos físicos relacionados.

**3. CONTEÚDO:** história da descoberta do eletromagnetismo; os conceitos de fenômeno elétrico e magnético, campos elétrico e magnético, força magnética, indução e ondas eletromagnéticas, fluxo de campo magnético, das leis de Faraday e de Lenz. A importância atual do eletromagnetismo na qualidade de vida das pessoas.

**4. DURAÇÃO DA AULA:** 60 minutos = 1 h/aula

### **5. RECURSOS:**

5.1 Materiais de baixo custo – Para aula com o experimento foram usados;

01(Uma) tábua de madeira de 20 x 20 cm, 2 (dois) pregos, 1(um) fio de 40cm de comprimento, com 4mm de diâmetro, 02(duas) pilhas e 01(uma) bússola.

5.2 Materiais Tecnológicos: 01(Uma) fonte de alimentação, pen drive, aparelho data show, notebook.

### **6. METODOLOGIA**

- Realização de atividade experimental, seguida de aula expositiva dialogada, com utilização de recursos áudio-visuais.

- Aplicação de questionário oral após a atividade experimental e durante a aula expositiva.

### **7. AVALIAÇÃO**

- Participação na atividade experimental e nas discussões propostas.

### **8. QUESTIONÁRIO**

1) Como se explica a ocorrência desse fenômeno?

2) Que fatores provocaram o fenômeno ?

3) O que vocês (alunos) entendem sobre campo magnético?

4) Quem primeiro se destacou em descobrir o eletromagnetismo?

5) Existe algum benefício científico e tecnológico sobre o uso do eletromagnetismo?

6) Quais inventos usados no cotidiano que funcionam à base do eletromagnetismo?

7) A energia elétrica que usamos faz uso de que fenômeno?