

## A CONTROVÉRSIA NA EXPLICAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE OS FENÔMENOS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS NO EXPERIMENTO DE ORSTED E UMA POSSÍVEL ABORDAGEM EM SALA DE AULA

**Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves**  
**Me. Mayara Ricardo de Oliveira**  
Universidade Estadual de Maringá

**RESUMO:** Com o Ensino de Física cada vez mais conteudista e voltado para provas e vestibulares, os aspectos conceituais e epistemológicos de Ciência estão ficando esquecidos em sala de aula. Desse modo, os assuntos relacionados à História da Ciência são pouco discutidos, o que torna mais evidente a visão fechada que os alunos têm de uma ciência verdadeira, linear e absoluta. Um dos exemplos do uso da História da Ciência que pode ser utilizado em sala de aula é a abordagem sobre a controvérsia existente por trás do experimento de Orsted, 1820, onde há uma divergência na explicação de vários cientistas

sobre a relação existente entre os fenômenos elétricos e magnéticos, que começaram a ser aprofundadas a partir deste experimento. Este trabalho teve como intuito analisar essa controvérsia, destacando os estudos feitos por Ampère, Orsted e Faraday, e verificar como os livros didáticos abordam este assunto. E ainda, sugerir uma proposta de aplicação deste tema em sala de aula. Para tal compreensão foi utilizada a análise bibliográfica para embasamento teórico, que culminou na explicação sobre a controvérsia e também sobre a importância do uso da História da Ciência em sala de aula.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física; História da Ciência; Experimento de Orsted.

## THE CONTROVERSY IN EXPLAINING THE RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRIC AND MAGNETIC PHENOMENA IN ORSTED EXPERIMENT AND A POSSIBLE APPROACH IN THE CLASSROOM

**ABSTRACT:** With the Physics Teaching increasingly turned to content and facing tests and college entrance exams, the conceptual and epistemological aspects of science are getting forgotten in the classroom. Thus, issues related to the History of Science are little discussed, which makes more evident the closed vision that students have a true science, linear and absolute. One example of the use of the history of science that can be used in the classroom is the approach to the controversy behind the Orsted experiment, 1820, where there is a discrepancy in the explanation of various

scientists on the relationship between the electrical phenomena and magnetic, which began to be deepened from this experiment. This work was meant to examine this controversy, highlighting the studies by Ampere, Faraday and Orsted, and see how textbooks address this. Also, suggest na application proposal on this subject in the classroom. For such an understanding was used bibliographical analysis to theoretical basis, culminating in the explanation of the controversy and about the importance of using the History of Science in the classroom

**KEYWORDS:** Physics Teaching; History of Science; Experiment Orsted.



Muitos pesquisadores apontam a História da Ciência como uma ferramenta de grande potencial, quando abordada em sala de aula, para propiciar uma construção mais apropriada das Ciências (CARVALHO E SASSERON, 2010; MARTINS, 2006; GARDELLI, 2004; MATTHEWS, 1995; BARROS E CARVALHO, 1998; SILVA E TEIXEIRA, 2009; NEVES, 1998). Com ela é possível apresentar uma visão da natureza da pesquisa e do desenvolvimento científico que não costumamos encontrar apenas analisando os resultados científicos (MARTINS, 2006).

Contudo, podemos observar que nas escolas dificilmente temas relacionados à História da Ciência são abordados. Isso ocorre, muitas vezes, pela falta de conhecimento e preparação do professor que, em sua formação, não teve o devido contato com essa linha de pesquisa, além da falta de material didático adequado para se usar no ensino (MARTINS, 2006).

Com isso os alunos não se apropriam dos caminhos que levaram à aceitação das teorias estudadas atualmente e, na maioria das vezes, acabam tendo uma visão fechada sobre Ciência e a aceitam como verdade absoluta, linear e imutável, o que pode resultar em um afastamento do estudo das ciências por parte dos alunos, pois não vêm sentido em estudar algo que já está definido e determinado. Por isso, é de suma importância a

[...] contextualização sociocultural, pois permite, por exemplo, compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época (BRASIL, 2006, p. 64).

O uso coerente de episódios históricos em sala de aula pode permitir ao aluno compreender que a Ciência está relacionada com diferentes aspectos de sua vida, como a tecnologia que é tão usual atualmente, mostrando que a Ciência não é algo isolado e que faz parte de um desenvolvimento histórico, cultural e humano.

Um dos exemplos do uso da História da Ciência que pode ser levado para a sala de aula é a abordagem sobre a controvérsia existente por trás do experimento de Orsted, de 1820, em que há uma divergência na explicação de vários cientistas



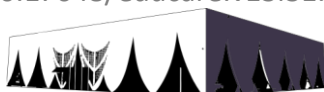
sobre a relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos, relação esta que começou a ser mais explorada e aprofundada a partir deste experimento.

As divergências nas explicações dos fenômenos observados podem ser atribuídas em parte pelas concepções filosóficas que orientavam os argumentos de cada cientista. Alguns eram norteados pela visão mecanicista, em que a natureza era entendida como um conjunto de corpúsculos e de fluidos em movimento; outros pela concepção da “Naturphilosophie”, em que a natureza era um todo orgânico, a matéria e os fenômenos naturais seriam resultados da polaridade e dualidade de forças de atração e repulsão, além disso que seria possível uma manifestação específica se converter em outra manifestação (GUERRA *et al*, 2004).

Ao analisar as concepções filosóficas e o contexto científico da época é possível discutir com os alunos como esse contexto influencia no desenvolvimento de uma teoria e também a complexidade de estabelecer uma explicação que englobe todos os fenômenos observados.

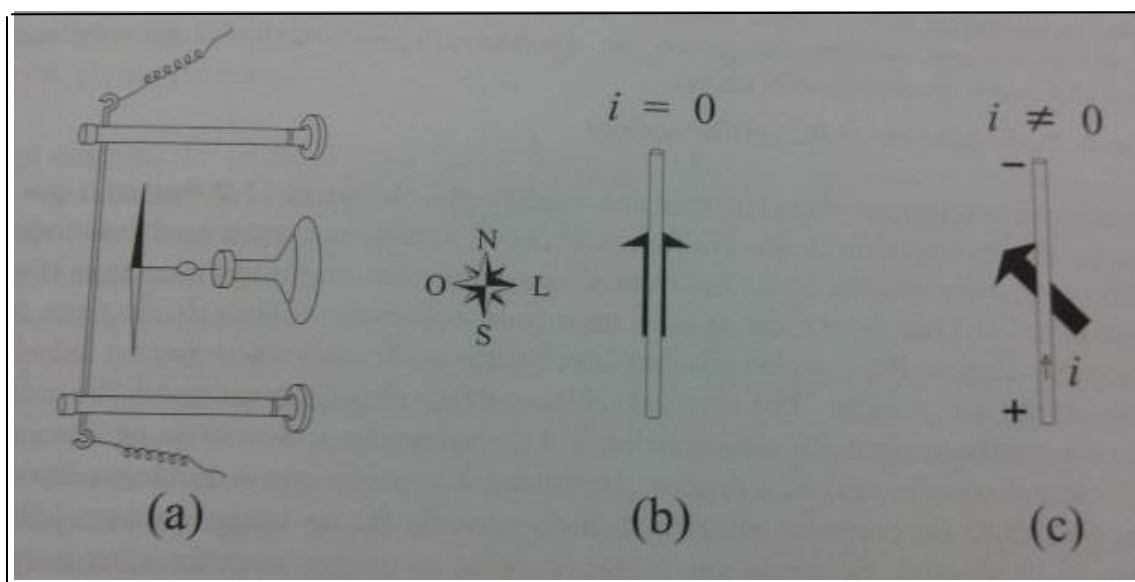
Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a controvérsia entre as explicações dadas aos fenômenos envolvendo o experimento feito por Orsted, em 1820, destacando os estudos feitos por Ampère, Orsted e Faraday. Com a análise, pretendemos mostrar as várias explicações do fenômeno e elaborar uma sugestão de proposta de abordagem em sala de aula, com o intuito de alertar os professores da importância de se abordar o assunto com seus alunos. Com isto, este trabalho pode contribuir como possível referência de apoio aos professores, para que esses possam se familiarizar com o tema e aproveitá-lo como fonte de posterior aplicação didático-pedagógico em sala de aula. Afinal, “[...] o estudo histórico poderia permitir aos professores, portanto, compreender melhor o assunto, entender as dúvidas de seus alunos, respeitar as dificuldades do assunto e tentar abordar o problema com cuidado [...]” (MARTINS, 1988, p. 56).

## **I - O EXPERIMENTO DE ORSTED E SUA REPERCUSSÃO**



As investigações que culminaram na primeira observação experimental da interação entre a eletricidade e o magnetismo são geralmente designadas ao dinamarquês Hans Christian Orsted (1777-1851). Em seus estudos, Orsted descobriu que de alguma forma a corrente elétrica atuava sobre um ímã. A partir disso, começou a fazer mais experiências a fim de tentar determinar as propriedades desse fenômeno, antes de divulgá-lo. Em julho de 1820 ele decidiu divulgar seus estudos pois do seu ponto de vista “[...] Agora ele sabia como uma corrente elétrica atuava sobre uma agulha magnética, em todas as posições e direções imagináveis, e também formulara uma explicação dos efeitos observados” (MARTINS, 1986, p. 101).

No experimento, inicialmente o fio e a agulha definem um plano vertical e os dois encontram-se paralelos um ao outro. Quando o fio é percorrido por uma corrente um dos polos da agulha imantada deixa o plano vertical inicial, como representado na figura a seguir:



**Figura 1:** Representação da experiência de Orsted com o fio sobre a agulha imantada. Em (a) e em (b), a agulha aponta ao longo do meridiano magnético, sendo que não há corrente no fio. A parte retilínea do fio e a agulha estão ao longo de direções horizontais paralelas, com os dois formando um plano vertical. Em (c) temos o desvio da agulha com seu polo Norte indo para Oeste, quando flui uma corrente no fio do Sul para o Norte. *Fonte:* ASSIS, André. Koch. Torres.; CHAIB, João. Paulo. Martins. de Castro. **Eletrodinâmica de Ampère** – Análise do significado e da evolução da força de Ampère, juntamente com a tradução comentada de sua principal obra sobre

Esse fato chamou atenção dos cientistas da época, pois aparentemente há uma quebra de simetria, já que

[...] Seria mais natural se o polo [...] da agulha fosse atraído ou repelido pelo fio, mantendo-se no mesmo plano vertical. Esse desvio do polo [...] da agulha para um dos lados do plano vertical não era algo esperado [...] (ASSIS; CHAIB, 2011, p. 26).

Como esse era um fenômeno muito intrigante e totalmente novo, muitos cientistas começaram a estudar mais sobre o assunto e buscar, por si próprios, explicações para esse acontecimento. A seguir, vamos considerar as explicações dadas pelo próprio Orsted, Ampère e Faraday.

## 1.1 II - O EXPERIMENTO DE ORSTED: INTERPRETAÇÃO DO PRÓPRIO ORSTED

Orsted explicou o fenômeno observado em seu experimento, defendendo “[...] a ideia de um fluxo de partículas ao redor de um fio com corrente, sendo que seria esse fluxo o responsável pela deflexão de uma agulha imantada colocada próxima ao fio [...]” (ASSIS; CHAIB, 2011, p. 263). Em sua concepção, esse fluxo em torno do fio era explicado supondo que “[...] o “conflito elétrico” se manifesta sob a forma de dois turbilhões que circulam em torno do fio, em sentidos opostos [...]” (MARTINS, 1986, p. 101). Para ele, cada turbilhão atuava sobre um polo da agulha imantada. Para Orsted o conceito de conflito elétrico era devido ao efeito que se manifesta no condutor e no espaço que o cerca, além disso, esse termo vinha de sua concepção da natureza da corrente elétrica.



Segundo Orsted “[...] o efeito magnético de uma corrente elétrica não é paralelo à corrente [...]” (MARTINS, 1986, p. 101). Esse era o aspecto mais revolucionário de seu trabalho porque embora a corrente elétrica fosse pensada como um fenômeno longitudinal dentro do fio condutor, o efeito produzido por essa corrente apresentava um aspecto de rotação em torno desse fio. Nas palavras de Orsted:

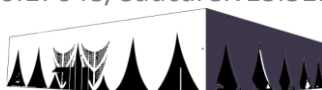
[...] O conflito elétrico apenas atua sobre as partículas magnéticas da matéria. Todos os corpos não-magnéticos parecem ser permeáveis ao conflito elétrico; mas os [corpos] magnéticos, ou suas partículas magnéticas, resistem à passagem desse conflito magnético, o que faz com que possam ser movidas pelo ímpeto das forças em luta.

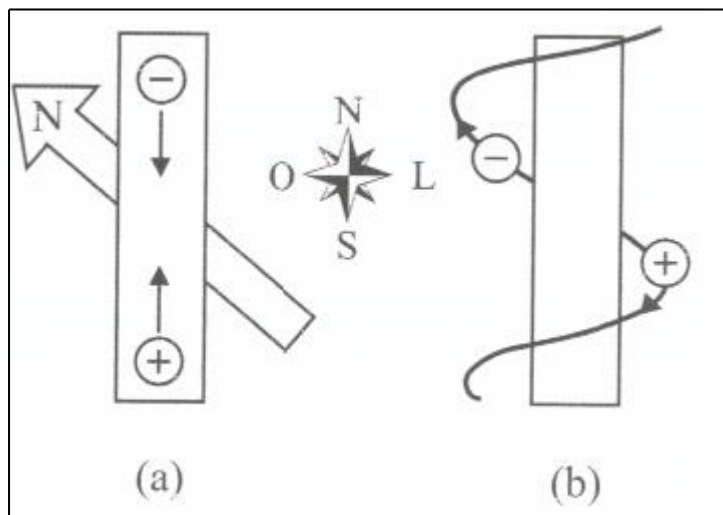
As observações expostas mostram que o conflito elétrico não está confinado ao fio condutor, mas está amplamente disperso no espaço circunjacente a ele.

Também se pode concluir das observações que esse conflito age por rotações [gyros], pois parece que essa é a condição sem a qual não se pode compreender que a mesma parte do fio de conexão, colocado abaixo do polo magnético o leve para leste, e colocado acima dele o mova para oeste; pois tal é a natureza da rotação, que movimentos em partes opostas possuem direções opostas. [...] Todos os efeitos aqui expostos, relativamente ao polo norte, são facilmente compreendidos, supondo-se que a força ou matéria elétrica negativa percorre uma linha espiral dobrada para a direita, e empurra o polo norte, mas não age sobre o [polo] sul. Pode-se explicar de forma semelhante os efeitos sobre o polo sul, se atribuirmos à força ou matéria elétrica positiva um movimento contrário, e o poder de agir sobre o polo sul e não sobre o norte [...].

Copenhague, 21 de julho de 1820. (ORSTED (1820), Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética, 1986, p. 121-122).

Orsted a princípio não explicou os fenômenos ocorridos por meio da ação a distância pois a simetria do fenômeno dificultaria sua explicação usando essa concepção. Então ele utiliza a ideia de que o conflito elétrico ocorre também fora do condutor em forma de dois turbilhões cujas rotações são opostas, em torno do fio e cada turbilhão estaria associado a um tipo de eletricidade e cada uma delas agiria apenas sobre um dos tipos de polo.

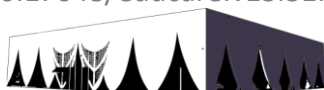




**Figura 2:** (a) experiência de Orsted; (b) sua interpretação dessa observação supondo cargas elétricas descrevendo trajetórias helicoidais ao redor do fio e empurrando os polos do ímã. As setas indicam os sentidos dos movimentos das supostas cargas positivas e negativas dentro e fora do fio. *Fonte:* ASSIS, André. Koch. Torres.; CHAIB, João. Paulo. Martins. de Castro. **Eletrodinâmica de Ampère** – Análise do significado e da evolução da força de Ampère, juntamente com a tradução comentada de sua principal obra sobre eletrodinâmica. Campinas: Editora da UNICAMP, 2011.

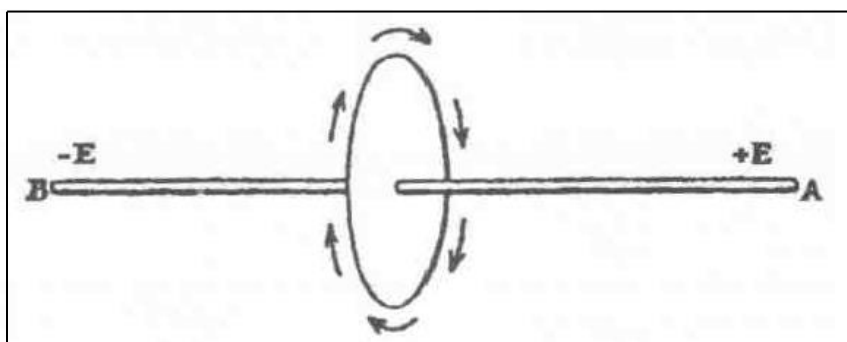
Segundo Orsted a matéria elétrica negativa só iria agir sobre o polo norte do ímã, empurrando-o. Enquanto que a positiva agiria somente no polo sul, empurrando-o também. Um fator que podemos destacar de sua primeira interpretação é que Orsted inicialmente atribuía o desvio da agulha apenas à ação do fio com corrente.

Portanto, na primeira interpretação em 1820, Orsted tinha a ideia de que a matéria elétrica empurrava o polo do ímã. Contudo, em um texto de 1821 ele fala em “[...] atrações e repulsões entre as eletricidades positiva e negativa que estariam fluindo de forma helicoidal no exterior do fio e os polos do ímã [...]” (ASSIS; CHAIB, 2011, p. 211). Isto mostra uma mudança na visão de como ocorre a interação, antes era devido a ação por contato, quando a ideia remetia à empurrões, agora tratava-se de ação à distância, ocorrendo por atração ou repulsão. Em outra citação, Orsted remete novamente à atrações e repulsões:



[...] Dado tudo isto, o polo Norte de uma agulha magnética é repellido pela eletrividade negativa e atraído pela positiva. Naturalmente, o polo Sul da agulha magnética tem a mesma relação com a eletrividade positiva [...] (ORSTED (1821). In: ASSIS; CHAIB, 2011, p. 211).

Alguns anos depois, Orsted também passou a falar em círculos e não em espiras ou hélices ao redor do fio, como no início de sua hipótese. Essa ideia pode ser vista no seu artigo de 1830 sobre termoeletricidade, em que ele chamou de magnetismo austral o polo Norte da agulha imantada, ou seja, o polo que aponta aproximadamente para o Norte geográfico terrestre. Para Orsted, a direção do magnetismo austral era circular em torno do fio, em que ocorre a circulação magnética, em um plano perpendicular ao condutor (ASSIS; CHAIB, 2011).



**Figura 3:** Esta é uma figura de Orsted representando a ação magnética da corrente elétrica. *Fonte:* ASSIS, André. Koch. Torres.; CHAIB, João. Paulo. Martins. de Castro. **Eletrodinâmica de Ampère** – Análise do significado e da evolução da força de Ampère, juntamente com a tradução comentada de sua principal obra sobre eletrodinâmica. Campinas: Editora da UNICAMP, 2011.

Uma concepção que sempre guiou os estudos de Orsted foi baseada nos conceitos da “Naturphilosophie”, de que um tipo de manifestação poderia se converter em outro tipo de manifestação, ou seja, na concepção de

[...] que os efeitos magnéticos são produzidos pelos mesmos poderes que os elétricos. Ele não foi levado a isso pelas razões comumente alegadas a favor dessa opinião, mas por um princípio filosófico, o de que todos os fenômenos são produzidos pelo mesmo poder original [...] (MARTINS, 1986, p. 95).

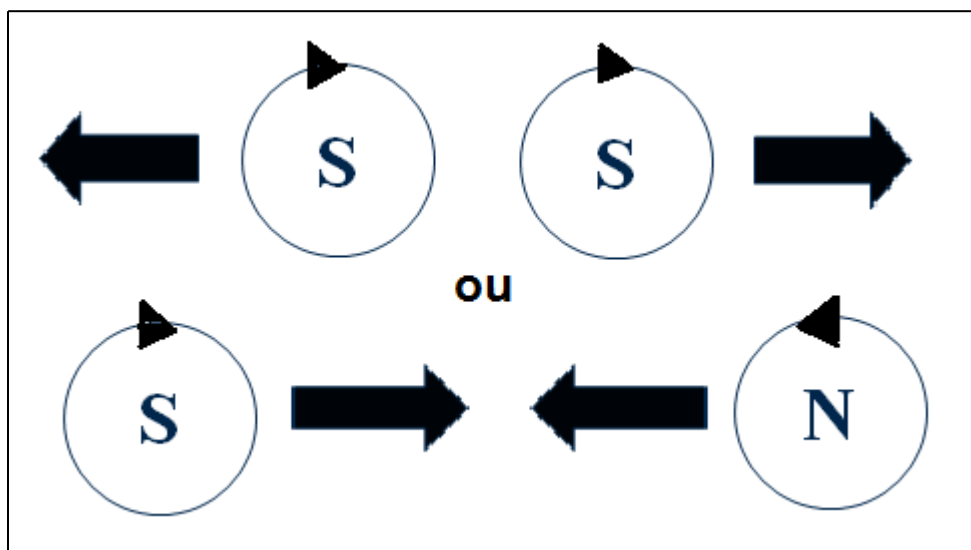




A explicação dada por Orsted ao seu próprio experimento não convenceu a todos os cientistas. Muitos deles tentaram explicar o fenômeno de outras maneiras, como veremos a seguir.

### III - ANDRÉ-MARIE AMPÈRE E SUA INTERPRETAÇÃO PARA O EXPERIMENTO DE ORSTED

Todo o trabalho de André-Marie Ampère (1775-1836) foi guiado pela ideia de que o fenômeno fundamental do que chamamos de eletromagnetismo era devido a uma ação entre correntes elétricas, ou seja, que os efeitos magnéticos eram apenas secundários e precisavam ser explicados por modelos adequados. Para isso, teve de supor a existência de correntes elétricas no interior da Terra e dos ímãs usuais. Os efeitos magnéticos poderiam estar sendo gerados simplesmente por correntes elétricas fechadas.



**Figura 4:** Ilustração de como seriam as correntes fechadas. *Fonte:* Própria.

Com essa hipótese, Ampère esperava explicar vários fenômenos já conhecidos, sobre a interação entre ímãs, além de explicar o fenômeno descoberto



por Orsted, do torque exercido por um fio com corrente sobre a agulha imantada (ASSIS; CHAIB, 2011). Mas além disso, Ampère ainda conseguiu prever um fenômeno, que ele mesmo observou, de interação direta entre dois condutores com corrente. Para Ampère, guiado por uma visão mecanicista, tinha-se “[...] essencialmente interações diretas a distância atuando entre condutores com corrente. Estas forças eram centrais e satisfaziam ao princípio de ação e reação.” (ASSIS; CHAIB, 2011, p. 233).

Do ponto de vista da eletrodinâmica de Ampère, não há o problema da aparente quebra de simetria. Isto porque,

[...] o plano vertical que contém a agulha magnética e o fio condutor. [...] é um plano de simetria para o fio percorrido pela corrente elétrica; mas não o é em relação à agulha imantada, que é correspondente a um solenóide percorrido por uma corrente elétrica que circula em um sentido e não no outro. Na visão de Ampère, é exatamente esta a fonte da aparente quebra de simetria: havia uma rotação oculta (dentro da agulha imantada) que vai permitir explicar porque a bússola gira em um sentido e não para o outro. Se não houvesse essa rotação, não poderiam surgir efeitos perpendiculares ao plano. Note-se, aliás, que se vários condutores coplanares, de formas quaisquer, interagirem eletrodinamicamente, jamais surgirão efeitos físicos (forças) perpendiculares a esse plano comum, que é um plano de simetria. Esse resultado geral não é óbvio, se pensarmos que em torno desses condutores existem campos magnéticos perpendiculares ao plano. (MARTINS, 1988, p. 52).

Ou seja, em seu modelo, Ampère transporta a rotação do campo magnético do fio condutor, para as correntes invisíveis dentro do ímã. Assim,

[...] Em vez de supor a existência real de polos magnéticos na agulha imantada, Ampère propôs que houvesse correntes microscópicas ao redor das partículas da agulha imantada. Essas correntes moleculares se cancelariam no interior do ímã, sobrando apenas uma corrente efetiva na superfície do ímã. O torque exercido pelo fio com corrente sobre a agulha imantada seria ocasionado por forças entre elementos de corrente [...] (ASSIS; CHAIB, 2011, p. 237).

Para Ampère essa abordagem traria vantagens porque as forças entre as correntes elétricas seriam de simples atração e repulsão. Com isso não teria mais o problema da aparente quebra de simetria, pois o fenômeno de rotação que explicaria o sentido do deslocamento da bússola, iria ocorrer no próprio ímã.



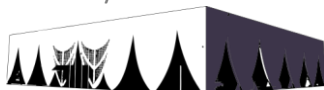
Mesmo resolvendo o problema da aparente quebra de simetria que tanto alarmou os pesquisadores da época, sua explicação para esses fenômenos não se difundiu. Muitos estudiosos concordavam com sua visão e até ampliaram sua teoria. Mas isso não foi suficiente para essa teoria ser estudada e abordada nos dias atuais. O conceito de campo magnético e as interações por contato tornaram-se as explicações mais aceitas para o fenômeno.

## 2 IV - MICHAEL FARADAY E SUA INTERPRETAÇÃO PARA O EXPERIMENTO DE ORSTED

Nas suas primeiras experiências, Michael Faraday (1791-1867) acreditava que um fio conduzindo corrente deveria atrair ou repelir polos magnéticos de uma agulha magnética, interpretação que a princípio não condizia com a descrita por Orsted. Colocando o fio condutor em uma posição vertical e aproximando uma agulha para verificar as posições de repulsão e atração, Faraday concluiu que esses polos não estavam na extremidade da agulha mas que para cada polo existiam duas posições de atração e duas de repulsão, permitindo assim, que a agulha tomasse sua posição original em relação ao fio (DIAS; MARTINS, 2004). Na descrição dos resultados, Faraday escreve que

Aproximando o fio, perpendicularmente, na direção de um pólo de uma agulha, este se desviará para um lado, segundo a atração ou repulsão dada na extremidade do pólo; mas, se o fio é continuamente aproximado do centro do movimento [o meio da agulha magnética], por um lado ou pelo outro da agulha, a tendência da agulha de mover-se na direção anterior diminui até anular-se, de forma que a agulha torna-se indiferente ao fio. Finalmente, o movimento se inverte e a agulha é fortemente forçada a passar pelo caminho oposto. (FARADAY, 1821, p.74. In: DIAS; MARTINS, 2004, p. 522).

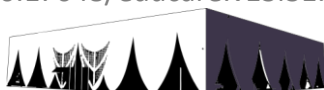
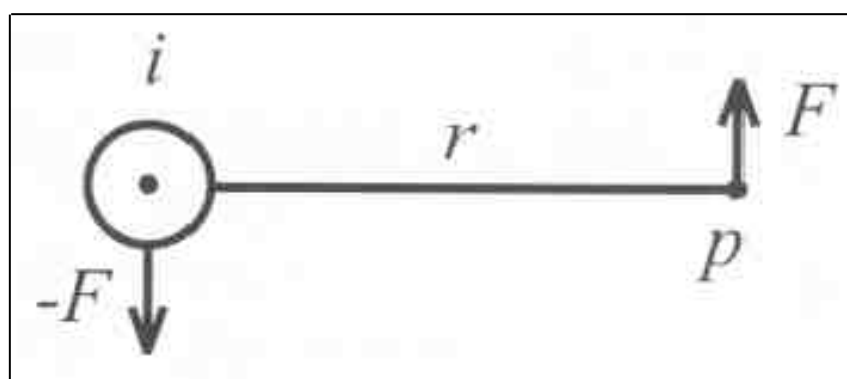
Com esses experimentos, Faraday passou a acreditar que esses polos não estavam localizados na extremidade da agulha, mas a uma certa distância das extremidades, localizadas no eixo da agulha (DIAS; MARTINS, 2004). E mais, “[...]”



as forças exercidas pelo fio sobre o polo não apontavam para o fio, mas sim ortogonalmente ao fio e à reta unido o polo ao fio [...]” (ASSIS; CHAIB, 2011, p. 219).

Posteriormente, Faraday ainda deixa de abordar a ideia de atração e repulsão e passa a falar em forças revolutivas (ASSIS; CHAIB, 2011). Assim, “[...] o pólo magnético da agulha tendia a girar em torno do fio condutor” (DIAS; MARTINS, 2004, p. 522). De certa forma, essa nova interpretação de Faraday era compatível com a interpretação de Orsted, que descrevia um movimento de rotação da agulha magnética.

Após seus estudos sobre a rotação contínua, novamente, Faraday descreveu suas experiências “[...] em termos da existência de polos magnéticos e das forças atrativas e repulsivas entre esses polos e o fio com corrente [...]” (ASSIS; CHAIB, 2011, p. 220). Segundo ele, essas forças obedeciam o princípio de ação e reação, mas ocorria na sua forma fraca, pois “[...] não estavam direcionadas ao longo da menor reta unindo cada polo a um longo fio retilíneo com corrente [...]” (ASSIS; CHAIB, 2011, p. 220). Para Faraday, “[...] essas forças eram normais a esta reta e ao fio, ou seja, eram forças que causavam o giro ou revolução mútua entre o suposto polo magnético e o fio [...]” (ASSIS; CHAIB, 2011, p. 220).



**Figura 7:** Um longo fio retilíneo normal ao plano do papel, com a corrente  $i$  saindo do papel. As setas indicam as forças exercidas entre um polo Norte  $p$  da agulha imantada e o fio com corrente, de acordo com as concepções de Faraday. *Fonte:* ASSIS, André. Koch. Torres; CHAIB, João. Paulo. Martins. de Castro. **Eletrodinâmica de Ampère** – Análise do significado e da evolução da força de Ampère, juntamente com a tradução comentada de sua principal obra sobre eletrodinâmica. Campinas:

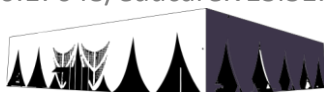
Para Faraday a rotação do ímã em torno do seu próprio eixo era explicada devido a interação entre a corrente elétrica que passa por ele e os polos magnéticos do próprio ímã e não pela existência de correntes circulares no seu interior, como acreditava Ampère.

### 3 O EXPERIMENTO DE ORSTED E OS LIVROS DIDÁTICOS

Os livros didáticos, em sua maioria, costumam abordar apenas uma pequena parte da história ou, muitas vezes, abordam de uma maneira muito simplificada que acaba distorcendo esses episódios. Tivemos uma melhoria significativa com a maior preocupação com a educação vinda com as discussões das Diretrizes Curriculares da Educação Básica, que incentiva uma aula mais dinâmica e preocupada com a aprendizagem dos alunos e com intuito de formar um cidadão que saiba discutir e argumentar. Outro aspecto que contribuiu para uma maior preocupação com as referências utilizadas pelos professores em suas aulas foi a criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Atualmente o PNLD diz que o livro didático

Deve, ainda, incorporar um tratamento articulado desses elementos entre si e com outras áreas disciplinares, bem como com aspectos históricos, tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais, de modo a propiciar aprendizagens significativas necessárias aos alunos [...] (BRASIL, 2014, p.8).

Para observar a melhora ocorrida nos últimos anos e como alguns livros ainda abordam esse episódio, analisamos alguns livros mais antigos e outros que



foram aprovados em alguma edição do PNLD. O primeiro livro analisado abordava o experimento de Orsted da seguinte maneira:

[...] Colocando uma agulha magnética próxima de um circuito formado por uma pilha, uma chave e um fio condutor, Oersted observou que **a corrente elétrica fazia a agulha sofrer uma deflexão** (desvio).

Além de sugerir que os fenômenos elétricos e magnéticos estão relacionados, a descoberta de Oersted levou à conclusão de que **a corrente elétrica cria um campo magnético no espaço que a circunda**. [...] (PARANÁ, 1995, p. 455 – grifos nossos).

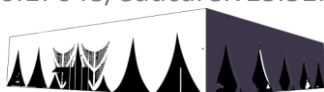
Analisando este trecho é possível perceber duas simplificações: que Orsted foi o primeiro a sugerir a relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Contudo, essa relação já havia sido sugerida antes de seu experimento e foi a busca por respostas para essa relação que estimulou a realização de experimentos buscando novas interações entre eletricidade e magnetismo. E também omite todas as discussões iniciadas com o experimento de Orsted para tentar explicar como ocorria essa relação, dando a impressão de que foi fácil chegar à abordagem que se tem hoje de um campo magnético ao redor do fio percorrido por corrente.

Analisando outro livro, encontramos o seguinte trecho:

Experimentalmente, em 1820, o fisico dinamarquês Hans C. Oersted verificou que a passagem de uma corrente elétrica num fio cria ao seu redor um campo magnético.

Esse fato **pode ser observado facilmente** colocando-se uma bússola próxima a um fio condutor, por onde circula uma corrente elétrica. Nessas condições, a agulha da bússola muda para uma posição perpendicular ao fio condutor, deixando de orientar o sentido norte-sul (BONJORNIO *et al*, 2001, p. 451 – grifos nossos).

Aqui percebemos uma simplificação que pode desestimular o estudante, pois relata que a existência de um campo magnético circundando o fio é facilmente observável. Na realidade isso pode afastar o aluno do estudo da Física, pois não é algo facilmente observável e demorou muitos anos até que os cientistas chegassem à elaboração dessa teoria e mesmo assim, muitos deles, não concordavam com essa explicação. Ao dizer isso, o aluno que não consegue “enxergar” esse campo



ao redor do fio, achando que isso é uma verdade absoluta, sente-se incapaz de compreender e estudar esse conteúdo.

Outro livro analisado apresentava o seguinte trecho:

[...] o físico e químico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851) **demonstrou que**, havendo corrente elétrica em um fio, **surge ao seu redor uma propriedade do espaço capaz de defletir a agulha de uma bússola**, competindo com o magnetismo terrestre: **trata-se de um campo magnético** que só perdura enquanto houver corrente. (KANTOR *et al*, 2010, p. 170 – grifos nossos).

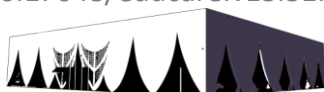
Aqui também podemos perceber uma simplificação do episódio, mesmo sendo um dos livros aprovados pelo PNLD. Ainda assim, nessa abordagem histórica é como se ao realizar o experimento a ideia de um campo magnético tivesse sido facilmente proposta e aceita.

O outro livro analisado faz a seguinte abordagem:

[...] Em 1820, verificou que a posição da agulha de uma bússola podia ser alterada quando colocada próximo a um fio condutor, percorrido por uma corrente elétrica. [...] O movimento da agulha indicava a ação de uma força sobre ela, atuando na direção perpendicular ao fio, quando existia uma corrente elétrica. **A interpretação física desse fenômeno, que veremos a seguir, levou algum tempo para ser realizada satisfatoriamente pelos cientistas.** [...] Assim, **o movimento da agulha, observado por Oersted, está indicando a presença de um outro campo magnético** na região, além daquele criado pela Terra [...] (FILHO; TOSCANO, 2012, p. 113-114 – grifos nossos).

Este livro comenta que a interpretação do fenômeno demorou, mas não dá mais nenhuma indicação de como foram as discussões ou de como o conceito de campo magnético surgiu e ganhou espaço entre os cientistas.

Frequentemente os livros didáticos simplificam ou distorcem os acontecimentos históricos. Como na maioria dos casos eles são a única fonte de pesquisa tanto para o professor preparar sua aula como para o aluno realizar seus estudos em sala, os livros acabam propagando visões simplistas da construção de uma teoria. Assim, buscando um maior entendimento dos alunos tanto dos conceitos envolvidos no fenômeno como do processo de construção de uma teoria,



sugerimos uma outra abordagem para o tema, em que o professor faça uso da História da Ciência para introduzir o conceito aos alunos.

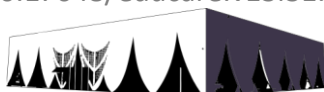
## **UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM DO EXPERIMENTO DE ORSTED EM SALA DE AULA**

Para isso, elaboramos uma sugestão de proposta de aula utilizando a controvérsia que poderia ser dividida em três momentos, que são descritos a seguir.

Sugerimos que no primeiro momento da aula o professor utilize um vídeo que mostre o experimento de Orsted. Depois da apresentação do vídeo o professor deve questionar os alunos sobre o que eles acham que está acontecendo e quais as causas do efeito que viram no vídeo. Ou até mesmo, que o professor monte o experimento em sala com os alunos para depois discuti-lo. O objetivo deste primeiro momento é que o aluno veja como o experimento é feito, utilizando um fio com corrente e uma bússola e familiarize-se com ele e proponha hipóteses de explicações para o efeito observado.

Para o segundo momento da aula o professor pode separar essas hipóteses em categorias, que podem ser divididas entre as concepções filosóficas que aparecerem, e usar as diferentes explicações que surgiram na sala para começar a discutir com eles sobre o contexto científico da época, a repercussão que o experimento causou e falar das discussões que foram feitas para tentar chegar a uma explicação para a causa do fenômeno.

Nesse segundo momento deve-se fazer uma abordagem geral desse episódio histórico para possibilitar aos alunos a compreensão de como foi complexa e divergente as explicações propostas e como o contexto científico influenciou os argumentos de cada cientista, abordando também quais foram essas explicações e quais eram as críticas contra e a favor de cada uma delas. O objetivo proposto para esse momento é que o professor discuta com os alunos as diferentes





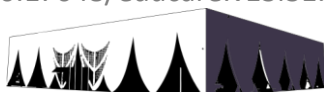
explicações propostas por cada cientista, mostrando que essa divergência de opinião pode ocorrer em todo lugar, tanto na sala de aula como na comunidade científica.

Essas discussões devem culminar no terceiro momento da aula, em que o professor pode relatar as várias visões sobre o experimento que apareceram na história e mostrar como se desenvolveu a teoria mais aceita atualmente, sobre o campo magnético, mostrando aos alunos a complexidade da construção de uma nova teoria e todos os impasses existentes na sua elaboração, além de dar oportunidade para que eles conheçam as outras teorias existentes.

A discussão desse terceiro momento tem como objetivo favorecer um ambiente para que os alunos saibam discutir com qual teoria eles concordam e saibam argumentar o porquê da escolha, além de favorecer para que eles compreendam toda a dificuldade em chegar ao conceito de campo magnético e com isso, possam entender melhor esse conceito, percebendo como foi a sua compreensão ao longo dos anos e todas as mudanças que ocorreram nas explicações até culminar na abordagem atual.

Essa discussão histórica pode favorecer também para mostrar aos alunos que a ciência não é verdade absoluta e que existem controvérsias sobre várias teorias e que nada impede que eles sejam a favor ou contra àquela que é mais aceita na atualidade, desde que saibam defender o seu ponto de vista.

Além disso, esse trabalho pode servir de alerta para os professores ao abordarem esse conteúdo de modo tão simplista, fazendo parecer que sempre na História da Ciência essa foi a explicação mais aceita. Isso porque as explicações dos alunos para o vídeo mostraram que o conceito de um campo magnético ao redor do fio não é tão evidente para eles. Portanto, quando este conceito é apenas informado aos alunos e tratado como uma verdade inquestionável, pode afastar os alunos da ciência ou fazê-los sentirem-se incapazes de compreendê-la, já que



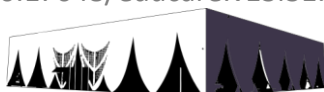
muitas vezes os alunos não são capazes de “enxergar” esse fenômeno que é tratado pelo professor como tão simples e como única teoria existente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreendemos que a utilização da História da Ciência não é algo simples devido à falta de material adequado e também de professores com formação adequada, mas esperamos com este trabalho fornecer novos elementos para discussões sobre a inserção de episódios históricos nas aulas de Física.

A abordagem desse episódio em sala pode ajudar ainda a reduzir os equívocos que geralmente ocorrem ao estudar esse experimento de forma superficial como nos livros didáticos. Um deles é mostrar aos alunos que as observações feitas por Orsted da interação entre a eletricidade e o magnetismo não foram um mero acaso, mas sim que ele estava em ambiente que o impulsionou a buscar essa relação e que esta já era uma preocupação de muitos cientistas da época. Mostrar também a complexidade das explicações até culminar na que aceitamos atualmente para que o aluno reconheça e compreenda a natureza da ciência com todas as discussões que a rodeiam.

Acreditamos que quando o professor faz uso da História da Ciência ele pode compreender melhor a natureza da ciência e possibilitar ao aluno o entendimento da mesma, pode sentir-se mais seguro ao ouvir as respostas e indagações dos alunos sobre um determinado fenômeno, conduzir adequadamente as discussões em sala, tornando sua aula mais dinâmica e motivadora para os alunos.



## REFERÊNCIAS

ASSIS, André. Koch. Torres; CHAIB, João. Paulo. Martins. de Castro. **Eletrodinâmica de Ampère** – Análise do significado e da evolução da força de Ampère, juntamente com a tradução comentada de sua principal obra sobre eletrodinâmica. Campinas: Editora da UNICAMP, 2011.

BARROS, Marcelo. Alves.; CARVALHO, Anna. Maria. Pessoa de. A história da ciência iluminando o ensino de visão. **Revista Ciência & Educação**, v. 5, n. 1, p. 83-94, 1998.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v5n1/a08v5n1.pdf>> Acesso em: 05/02/2016

BONJORNIO, Regina Azenha; BONJORNIO, José Roberto; BONJORNIO, Valter; RAMOS, Clinton Marcico. **Física Completa** – Volume Único. 2ª ed. São Paulo: FTD, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Volume 2, Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos PNLD 2015: Física**. Brasília: MEC, 2014.

CARVALHO, Anna. Maria. Pessoa. de; SASSERON, Lúcia. Helena. Abordagens histórico-filosóficas em sala de aula: questões e propostas. In: CARVALHO, A. M. P. de (coord.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, p. 107-139, 2010.

DIAS, Valéria. Silva.; MARTINS, Roberto. de Andrade. Michael Faraday: o caminho da livreria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004

FILHO, Aurelio. Gonçalves; TOSCANO, Carlos. **Física e Realidade: Ensino Médio**, 3. 1º ed. São Paulo: Scipione, 2012.

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

GUERRA, Andreia; REIS, José. Claudio; BRAGA, Marco. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 21, n. 2, p. 224-248, ago. 2004.



KANTOR, Carlos. A; JUNIOR, Lilio. A. Paoliello; MENEZES, Luis. Carlos. de; BONETTI, Marcelo. De. C; JUNIOR, Osvaldo. Canato; ALVES, Viviane. M. **Física, 3º Ano: Ensino Médio** (Coleção Quanta Física) – Livro do professor. 1º ed. São Paulo:PD, 2010.

MARTINS, Roberto. de Andrade. Orsted e a descoberta do eletromagnetismo. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, V.10, p. 89-114, 1986. Disponível em :<<http://www.ghc.usp.br/server/pdf/ram-30.pdf>>. Acesso em 03/02/2016.

MARTINS, Roberto. de Andrade. Contribuição do Conhecimento Histórico ao Ensino do Eletromagnetismo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, número especial, p. 49-57, jun. 1988. Disponível em:<[http://www.fisica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/Homem\\_Lua/cont\\_conhec\\_hist\\_ensin\\_eletrom.pdf](http://www.fisica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/Homem_Lua/cont_conhec_hist_ensin_eletrom.pdf)>Acesso em 04/02/2016.

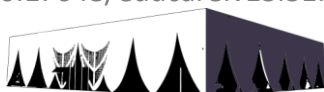
MARTINS, Roberto. de Andrade. Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, p. XVII-XXX, 2006.

MATTHEWS, Michael. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a Tendência Atual de Reaproximação. Tradução: Claudia Mesquita de Andrade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995. Tradução: Claudia Mesquita de Andrade Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>>Acesso em: 04/02/2016

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. A História da Ciência no Ensino de Física. Revista Ciência & Educação, v. 5, n. 1, p. 73-81, 1998. Disponível em: < <http://ufpa.br/ensinofts/artigo4/historiafisica.pdf>>Acesso em: 05/02/2016.

PARANÁ, Dijalma Nunes. **Física** – Volume único. 5ª ed. São Paulo: Ática, 1995.

SILVA, Erman. Naum da; TEIXEIRA, Ricardo. Roberto. Plaza. **A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NOS LIVROS DIDÁTICOS** - Um Estudo Crítico sobre o Ensino de Física pautado nos Livros Didáticos e o uso da História da Ciência. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, ES, 2009. Disponível em: < <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0279-1.pdf>>Acesso em: 05/02/2016.



Recebido em: 28/07/2016

Aprovado em: 23/12/2017

