



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS I – CAMPINA GRANDE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**RELAÇÕES ENTRE ELETRICIDADE E MAGNETISMO**

**SAMIRA ARRUDA VICENTE**

**CAMPINA GRANDE - PB**  
**2021**

## **PRODUTO EDUCACIONAL**

### **RELAÇÕES ENTRE ELETRICIDADE E MAGNETISMO**

**SAMIRA ARRUDA VICENTE**

Este Produto Educacional compõe o trabalho de Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Área de concentração:** Física e Sociedade

**Orientador:** Prof. Dr. Ana Paula Bispo da Silva

**CAMPINA GRANDE - PB  
2021**

É expressamente proibido 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 do trabalho.

V632r Vicente, Samira Arruda.  
Relações entre eletricidade e magnetismo [manuscrito] /  
Samira Arruda Vicente. - 2021.  
35 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2022.

"Orientação : Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva ,  
Departamento de Física - CCT."

1. Ensino de Física. 2. Eletromagnetismo. 3. Recurso didático. 4. Criticidade . 5. História da ciência. I. Título

21. ed. CDD 530

**Caro Leitor, Cara Leitora**

Devido as mudanças propostas por projetos educacionais que visam o desenvolvimento do conhecimento científico, tecnológico e de competência nos estudantes, entendemos que esse ensino não depende apenas das ferramentas e recursos didáticos, mas implicam numa prática educativa que deve assumir mudanças para corroborar com um processo de transformação.

Tais mudanças podem ser implementadas através de diferentes abordagens. Dentre as diferentes abordagens discutidas na literatura sobre Ensino de Ciências, consideramos que aquela que se baseia na História da Ciência (HC) possui potencial para permitir o desenvolvimento de competências argumentativas por valorizar aspectos históricos, filosóficos e socioculturais da ciência.

Nesse sentido, a HC possui a capacidade de levantar reflexões críticas sobre os temas; considerar as situações socioculturais e políticas; ressaltar o valor cultural e contextualizar aspectos obscuros da ciência, entre outros; promovendo diferentes significados na formação científica básica.

Portanto, a HC apresenta importantes fatores para contextualizar e problematizar as aulas de ciências, e contribui para desenvolver um ambiente investigativo. Nesse sentido, ao considerarmos a prática educativa como um processo no qual o(a) docente deve propiciar aos estudantes conhecimentos de mundo, e a interação de maneira geral por meio de experiências culturais e investigativas, estamos lidando com um Ensino Investigativo (EI). Assim, associar HC com EI pode contribuir para que o estudante reflita sobre conteúdos teóricos, materiais e sociais e, portanto, desenvolva argumentação e autonomia crítica, ou seja, promova 'mudanças' necessárias para tornar-se responsável pela construção de seu conhecimento.

Dessa forma, este produto educacional intitulado "Relações entre eletricidade em magnetismo", tem como objetivo, através de um vídeo sobre experimentos envolvendo eletricidade e magnetismo do século XIX, promover contribuição estudo do eletromagnetismo na Educação Básica sob os vieses: histórico, experimental e de relações matemáticas.

Assim, para a elaboração do vídeo partimos do episódio histórico associado ao conteúdo eletromagnetismo, baseando-nos numa perspectiva historiográfica em que a busca pelo conhecimento científico é não linear, apresenta controvérsias e ambiguidades e está atrelada aos aspectos socioculturais.

Para o planejamento e desenvolvimento da proposta educacional, nos baseamos em referenciais que adotam o socioconstrutivismo e a perspectiva dialógica de ensino, adaptados para o ensino investigativo e problematizador.

Espera-se assim, que os estudantes consigam: contextualizar o conteúdo através da narrativa histórica apresentada através de um recurso audiovisual; elaborarem hipóteses e argumentos na realização de atividade experimental; e formulem modelos matemáticos a partir de investigação realizada.

Esta proposta foi pensada para uma determinada situação, prevendo 10 (dez) encontros, organizados em 01 (uma) e 02 (duas) horas/aulas intercaladas, totalizando 13 horas/aulas. No entanto, está sujeita a adaptações para cada sala de aula, situação didática e formação docente.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

*As autoras*

<b>Encontro I – PROBLEMATIZAÇÃO - 01 hora/aula</b>		
<b>Objetivo da Aula</b>	<b>Recurso didático</b>	<b>Estratégias didáticas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Inserir uma situação-problema;               <ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar o conhecimento prévio do estudante acerca de efeitos magnéticos;</li> </ul> </li> <li>● Promover ao estudante o reconhecimento de sua limitação conceitual;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Slide com imagens Gif<sup>1</sup>;</li> <li>● Materiais de baixo custo;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Situação Problema 1:</b> “Como descrever o fenômeno?”;</li> <li>2. Inserir materiais de baixo custo (magnéticos e não magnéticos) e relacioná-los com um ímã investigando as suas interações via Quadro de Ideias.</li> </ol>

O encontro é dividido em 02 etapas. A primeira consiste em apresentar uma Situação-Problema 1 aos estudantes por meio de slides (Figura 1), com o objetivo de identificar seu conhecimento prévio sobre efeitos magnéticos. De acordo com as respostas promover questionamentos como: “Será que esse efeito é recorrente apenas em ímãs?”, “Se colocarmos areia o efeito permanece?”, “Se colocarmos uma pilha atrairemos a limalha de ferro?”.

**Figura 1:** Slide gif para problematização inicial.

<sup>1</sup> Graphics Interchange Format, trata-se de um formato de imagem que exibe movimento, não produz som e suas animações conseguem transmitir a mensagem desejada.



Fonte: autora.

Partindo das respostas, passaremos para a segunda etapa, visando a utilização de materiais (Figura 2) de baixo custo (ímãs, clips, arruelas, papel, palito de fósforo, borracha, bexiga de festa, tubo de acrílico e tubo de plástico) que serão incorporados à discussão.

**Figura 2:** Investigando o comportamento dos materiais.



Fonte: Elaborada pela autora.

Sugerimos dividir a turma em grupos (a depender da quantidade de estudantes) e entregar kits desses materiais (descritos acima) e solicitar que analisem suas interações anotando sua investigação com ajuda do Quadro de Ideias: Investigação Experimental (Quadro 1).

Quadro 1: Quadro de Ideias Investigação experimental.

<b>QUADRO DE IDEIAS: Investigação Experimental</b>	
Diante da investigação em sala de aula responda “Se o ímã causa esse efeito nesta substância que está dentro do tubo de vidro, há possibilidade de um ímã reagir a outros materiais também?”. Na tabela abaixo, insira as interações observada por sua equipe. Anote o nome dos objetos analisados (Ex: lápis + caderno) e o tipo de interação observada nos espaços indicados. Se houver algum fenômeno que considere importante registre no local “Observações”.	
<b>Atividade Investigativa – Interações de Materiais</b>	
Nome dos Objetos interagidos	Resultado da Interação
Observações:	
<b>Atividade Investigativa – Interações de Materiais</b>	
Você está indo muito bem, continue a sua investigação e responda:	
1. Ao manipular o ímã com diferentes materiais houve alguma particularidade nos efeitos?	
2. Como você justificaria a resposta anterior sobre os efeitos. Levante uma hipótese para justificar as situações observadas.	
3. Existe alguma outra situação que você já tenha vivenciado em sala de aula que te faz lembrar essa interação dos ímãs com os materiais? Qual? Explique!	
4. Os materiais são constituídos da mesma natureza (forma/estrutura)?	

**Fonte:** Elaborada pela autora.

**Para saber mais:**

BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; CALUZI, João José. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 635-644, 2007.

BOSS, Sergio Luiz Bragatto; ASSIS, Alice; CALUZI, João José. Stephen Gray e a descoberta dos condutores e isolantes: tradução comentada de seus artigos sobre eletricidade e reprodução de seus principais experimentos. *Coleção PROPG Digital (UNESP)*, 2012.

JARDIM, Wagner Tadeu; GUERRA, Andreia. República das Letras, Academias e Sociedades Científicas no século XVIII: a garrafa de Leiden e a ciência no ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 34, n. 3, p. 774-797, 2017.

MARTINS, Roberto de Andrade. O estudo experimental sobre o magnetismo na Idade Média, com uma tradução da carta sobre o magneto de Petrus Peregrinus. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 1, 2017.

Encontro II – SITUAÇÃO-LIMITE - 02 horas/aula		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Inserir uma situação-problema;</li> <li>● Provocar no estudante o reconhecimento da sua limitação conceitual;</li> <li>● Trabalhar a contextualização histórica do tema;</li> <li>● Permitir ao estudante novos conhecimentos acerca do tema trabalhado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● vídeo<sup>2</sup>;</li> <li>● Materiais de baixo custo;</li> </ul>	<p>1. <b>Situação-Problema 2:</b> Resgatar a problematização “Existe alguma outra situação que você já tenha vivenciado em sala de aula que te faz lembrar essa interação dos ímãs com os materiais?” do Quadro de Ideia (Figura 3)</p> <p>2. <b>Situação-Problema 3:</b> “Será que existe alguma relação entre a eletricidade e o magnetismo?”. Usar o vídeo “Oersted e o eletromagnetismo” para contextualizar o questionamento anterior;</p> <p>3. <b>Situação Problema 4:</b> “Como acender uma lanterna utilizando ímãs?”. Usando o vídeo levantar alguns questionamentos acerca de “O que é um instrumento bússola?” e “Como funciona?” e sobre a convecção os Hemisférios Norte e Sul.</p>

O encontro é dividido em 03 etapas. A primeira consiste em recapitular o último problema discutido em sala de aula usado com o Quadro de Ideias: Investigação Experimental (Quadro 1). Caso na última aula os estudantes não tenham comentado nada sobre o estudo da eletrostática, o(a) professor(a) pode conduzir uma discussão nesse sentido. Por exemplo, se cargas elétricas se atraem e se repelem, e os ímãs também se atraem e repelem, portanto os ímãs são também constituídos de cargas elétricas?

Na segunda etapa deste momento, o(a) professor(a) de acordo com as respostas apresentadas pelos estudantes pode levantar a Situação-Problema 3 “Será que existe alguma relação entre a eletricidade e o magnetismo?”. Para promover reflexão sobre a natureza do fenômeno, sugerimos o Quadro de Ideias: Formulando Concepções (Quadro 2) com os questionamentos: “Se considerarmos a relação entre

<sup>2</sup> O (a) professor (a) pode optar por dividir o vídeo previamente para cada momento, evitando assim a exposição de informações antecipadas que possam influenciar na reflexão crítica do aluno.

eletricidade e magnetismo, por que um pedaço de papel pode ser atraído por um lápis depois de atritado, mas não pode se atraído por ímã?; “Por que é preciso atritar um lápis ou canudo para atrair ou repelir corpos e no ímã não atritamos apenas aproximamos de um clip ou prego?; “Por que apesar de algumas diferenças em ambas situações (elétricas e magnéticas) os corpos podem ser atraídos e repelidos?”

Quadro 2: Quadro de Ideias: Formulando Concepções

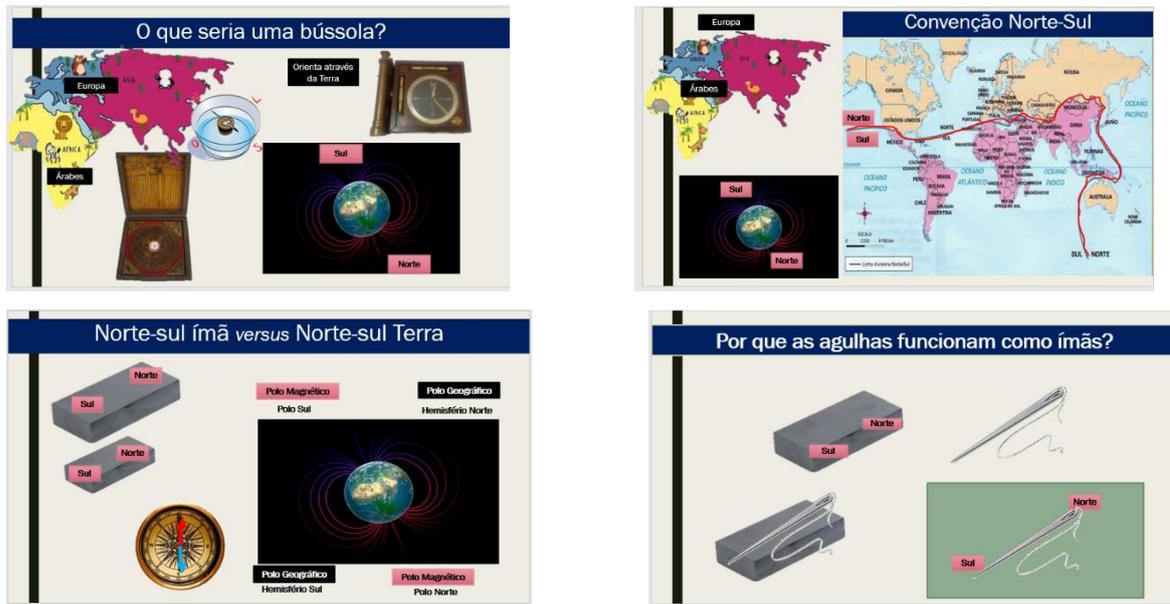
<b>QUADRO DE IDEIAS: Formulando Concepções</b>
Aluno (a):
Vocês já devem ter percebido que há um problema a ser resolvido nessas discussões “A eletricidade e o magnetismo são semelhantes?”. Para investigar esse problema levante hipóteses sobre as seguintes reflexões de natureza experimental e teórica: 1. “Se considerarmos a relação entre eletricidade e magnetismo, por que um pedaço de papel pode ser atraído por um lápis depois de atritado, mas não pode se atraído por ímã?”
<b>Hipóteses:</b>
2. “Por que é preciso atritar um lápis ou canudo para atrair ou repelir corpos como o papel ou folhas de alumínio, mas para o ímã atrair clip ou prego não o atritamos?”
<b>Hipóteses:</b>
3. “Por que apesar de algumas diferenças em ambas situações (elétricas e magnéticas) os corpos podem ser atraídos e repelidos?”
<b>Hipóteses:</b>

**Fonte:** Elaborada pela autora.

Partindo desse tipo de construção o(a) professor(a) pode apresentar o vídeo “Oersted e o Eletromagnetismo” ( [https://youtu.be/H8dw9dkgM\\_k](https://youtu.be/H8dw9dkgM_k) ) argumentando que essa dúvida sobre a relação entre os efeitos elétricos e magnéticos já ocorreu no século XIX. O vídeo deve ser apresentado até o instante 01:10 – “Como acender uma lanterna utilizando ímãs?” (Situação-Problema 4) – e vincular com a questão problema de sala de aula.

Portanto, como estes questionamentos iniciais à terceira etapa, podemos novamente pausar o vídeo no instante 01:55 e discutir sobre “O que seria uma bússola?; “De que é feita?; “Como se orienta?” (Figura 3).

**Figura 3:** Funcionamento de uma bússola e a convenção dos Hemisférios Norte e Sul.



Fonte: Elaborada pela autora.

Propondo um experimento de baixo custo (tampa de pote plástico, água, ímãs, canudos, palito de dente, agulha, papel picado e feltro picado) de reprodução de uma bússola. Para esse momento prático sugerimos o Quadro de Ideias: Desafio do dia (Quadro 3). Pós-experimento, discutir os resultados encontrados.

**Quadro 3:** Quadro de Ideias: Desafio do Dia.

<b>QUADRO DE IDEIAS: Desafio do dia</b>	
Fazer ciência consiste em propor teorias ou modelos sobre algum fenômeno observado na natureza. Neste caso, hoje seremos todos cientistas e investigaremos o funcionamento de uma bússola. De acordo com a vídeo vimos que a bússola se orientada através do magnetismo terrestre, assim organize com seus colegas estratégias de montagem de uma bússola e nos informe seus resultados	
1. Anote os materiais utilizados:	
2. Justifique o objetivo de cada material para seu experimento:	

3.Descreva se houve alinhamento da agulha da bússola com o magnetismo terrestre (solicite a bússola da professora para comparar seus resultados)

**Fonte:** Elaborada pela autora.

Ainda nessa discussão, explicar um breve relato sobre o funcionamento da bússola e apresentar a convenção dos hemisférios Norte e Sul, assim como falar sobre polos Norte e Sul magnético dos ímãs. Retomar ao vídeo até o instante 02:56 e relacionar o processo de imantação com os resultados obtidos durante a experimentação.

**Para saber mais:**

MARTINS, Roberto de Andrade. O estudo experimental sobre o magnetismo na Idade Média, com uma tradução da carta sobre o magneto de Petrus Peregrinus. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 1, 2017.

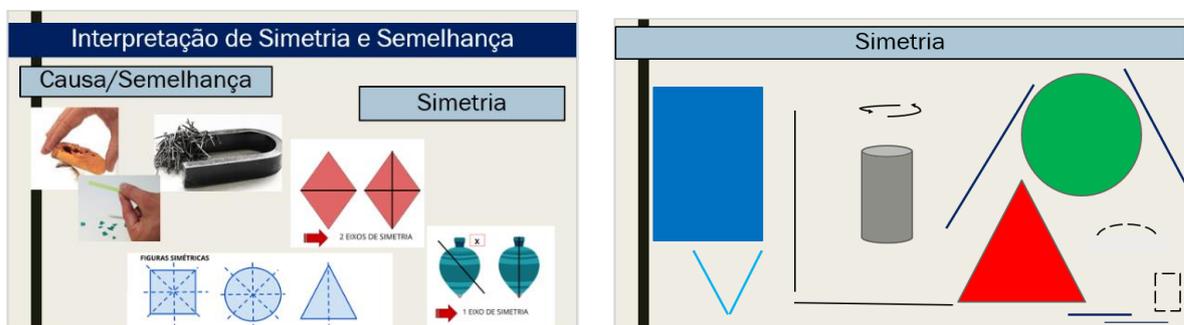
MOURA, Breno Arsioli. As contribuições de Benjamin Franklin para a eletricidade no século XVIII. Física na Escola, v.16, n. 2, 2018.

SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. As atmosferas elétricas de Benjamin Franklin e as interações elétricas no século XVIII. Caderno Brasileiro de Ensino de Física 117-123, 2008.

Encontro III - INTEPRETAÇÃO FILOSÓFICA E EXPERIMENTAL - (01 hora/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Permitir ao estudante novos conhecimentos acerca do tema trabalhado;               <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabalhar a contextualização histórica do tema;</li> </ul> </li> <li>Refletir sobre aspectos interdisciplinar dentro da investigação científica;</li> <li>Promover ao estudante o reconhecimento da sua limitação conceitual;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vídeo;</li> <li>Quadro e Pincel;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Explicar através do vídeo as concepções de <b>Causa/Semelhança e Simetria</b>;</li> <li>Explicações específicas do vídeo como: dois <b>fluidos de eletricidade e galvanismo</b>.</li> <li>Interpretação do experimento de Oersted, análise das <b>duas hipóteses</b>;</li> </ol>

O encontro é dividido em 03 etapas. Para a primeira, seguir com o vídeo até o instante 03:16, quando o(a) professor(a) deve explicar a concepção sobre causa/semelhança e simetria dos fenômenos (Figura 4) e fazer uso do Texto 1 como material complementar para sua arguição. Para esse momento da explicação o(a) professor(a) pode usar o exemplo da pedra de âmbar que atraia penas de aves e a pedra de magnetita que atrai materiais ferrosos.

**Figura 4:** Simetria e a relação de causa e semelhança.



Fonte: Elaborada pela autora.

**Texto 1:** Interpretações Filosóficas.

**TEXTO COMPLEMENTAR – Interpretações Filosóficas.**

De acordo com as **interpretações filosóficas do século XIX** fundamentadas pela **Naturphilosophie**, a natureza dos fenômenos era a mesma – ideia de uma única

força – mas poderia se manifestar de diferentes formas. Portanto, a existência da química, eletricidade e do magnetismo seriam **manifestações dessa força**.

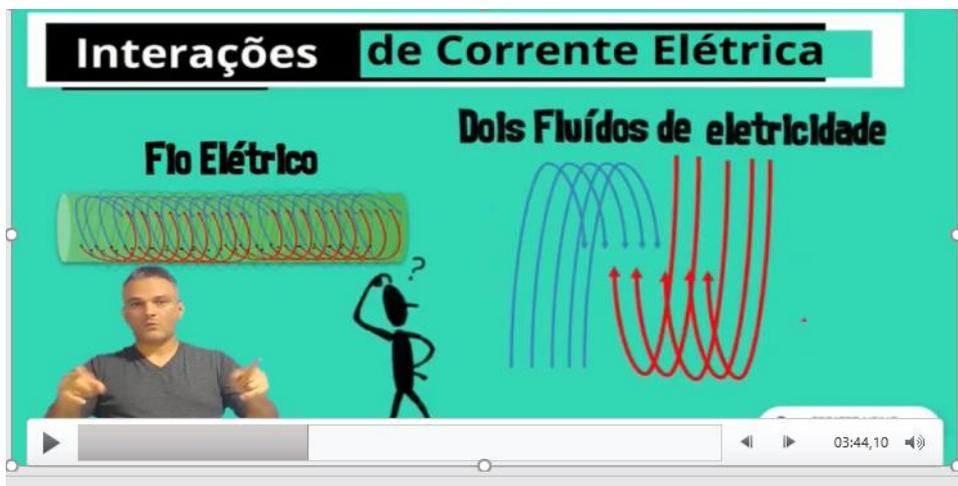
Segunda essa corrente filosófica calor e luz, por exemplo, eram manifestações de dois fluidos de eletricidade tentando se unificar. Esses fluidos estariam presentes também na química e no magnetismo. Essa luta interna seria um **conflito elétrico**, químico e magnético pela unificação da força fundamental da matéria.

Assim, com base nessa interpretação Oersted defendia causas e semelhanças dos fenômenos, eletricidade de dois fluídos (em sentidos opostos) e conflito elétrico dentro de um fio condutor. Consequentemente **dois tipos de turbilhões** associados a cada fluído de eletricidade.

**Fonte:** Elaborada pela autora.

Na segunda etapa, continuar com o vídeo até o ponto 03:44 e deve-se interromper para explicar a concepção de Oersted sobre dois fluidos de eletricidade (Figura 5). Continuar até o instante 04:10 e explicar sobre as duas formas de entender a natureza no século XIX (Figura 6) evidenciando que duas teorias podem coexistir para o mesmo fenômeno (visão mecanicista e romântica da ciência) e a diferença entre eletricidade e galvanismo (Figura 7).

**Figura 5:** Intepretação sobre Fluídos de Eletricidade.



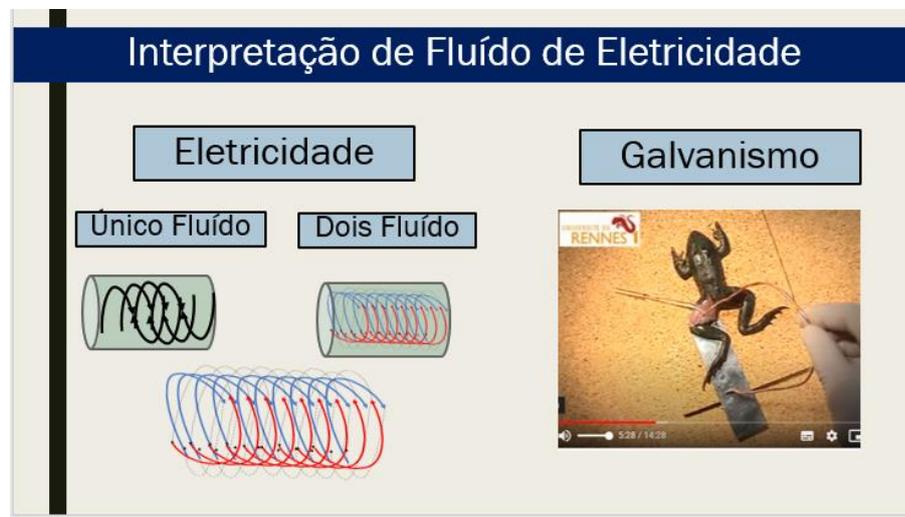
**Fonte:** Elaborada pela autora..

**Figura 6:** Concepção Mecanicista e Romântica da Ciência.



Fonte: Elaborada pela autora.

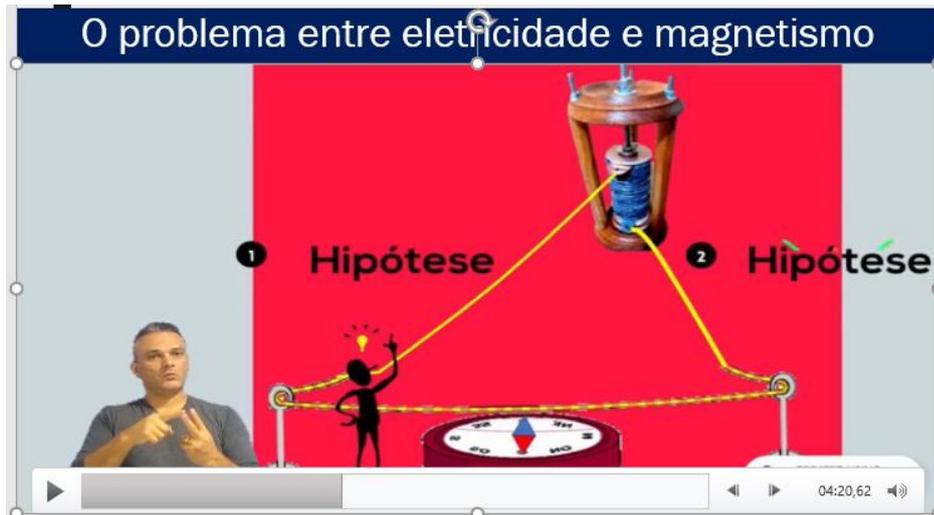
**Figura 7:** Diferença entre Eletricidade e Galvanismo.



Fonte: Elaborada pela autora.

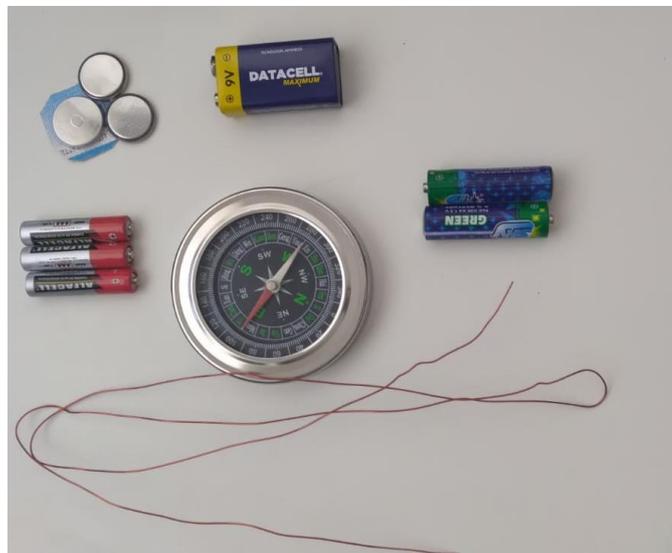
Como terceira etapa, prosseguir com a vídeo até o ponto 04:55, quando o(a) professor(a) reforça as duas hipóteses levantadas por Oersted (Figura 8). Ainda nesse momento propor reproduzir o mesmo experimento que Oersted (Figura 9), no entanto antes da atividade experimental o(a) professor(a) deve coletar ou reforçar algumas informações através do Quadro de Ideias: Concepções de Oersted (Quadro 4).

**Figura 8:** Hipóteses de Oersted.



Fonte: Elaborada pela autora.

**Figura 9:** Experimento de Oersted.



Fonte: Elaborada pela autora.

**Quadro 4:** Quadro de Ideias Concepções Oersted

<b>QUADRO DE IDEIAS: Concepções de Oersted</b>
Antes de executarem qualquer experimento é interessante os cientistas analisarem e reverem sua teoria garantindo assim o objetivo final da investigação. Para isso responda as reflexões:
1. O que estamos investigando com nesta aula?

2. Você já entendeu como reproduzir uma bússola caseira? O que devemos fazer para alinhá-la com o magnetismo terrestre?
3. Antes de seguir para a próxima questão reveja e escreva as duas hipóteses que nortearam as concepções Oersted.
4. Completem os espaços em branco: a) Se luz e calor são irradiados do fio, então o _____ também é. Logo, esperamos experimentalmente que _____. b) Um ímã tem polo Norte e polo Sul. O polo Sul atrai o _____ e o polo Norte atrai o _____. Portanto, se um fio se assemelha a um ímã, espera-se que o fio _____.
5. Faça um desenho do experimento que você vai investigar. Especifique como você montaria seguindo as hipóteses já informada por Oersted. a) Se vocês estivessem no século XIX o que usariam como fonte geradora de eletricidade: uma pilha ou uma garrafa de Leyden? Justifique sua escolha! b) O que você, no século XXI, pode usar como fonte de eletricidade? c) Fio de cobre ou de prata? d) Qual a melhor posição para colocar a bússola? Se já definiu o local, por que escolheu este? Explique com base nas concepções de: causa/semelhança; simetria e as duas hipóteses de Oersted. e) O que você espera observar ao completar a montagem do seu experimento? Esse resultado implica em que?

**Fonte:** Elaborada pela autora.

**Para saber mais:**

FARADAY, Michael. A história química de uma vela: as forças da matéria. Contraponto, 2003.

JUSTI, Rosária da Silva. A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas. Química nova na Escola, n.7, Maio, p. 26-29, 1998.

SILVA, Ana Paula Bispo da; SILVA, Jamilly Alves da (2017); A influência da Naturphilosophie nas ciências do século XIX: eletromagnetismo e energia. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.24, n.3, jul.-set, p. 687-705.

Encontro IV – TEORIA X PRÁTICA - (02 horas/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Inserir uma situação-problema;</li> <li>● Trabalhar a contextualização histórica do tema;</li> <li>● Propor uma experimentação investigativa;</li> <li>● Promover ao estudante o reconhecimento da sua limitação conceitual;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Materiais de baixo custo;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Situação-Problema 5:</b> “Como justificar a deflexão da agulha da bússola?” e desenvolver a experimentação da teoria formulada;</li> <li>2. Problematização acerca dos resultados obtidos e do esperado;</li> <li>3. Retorno ao Vídeo e comparação de dados.</li> </ol>

O encontro é dividido em 03 etapas. Como primeira etapa, recapitular o objetivo do experimento levantando o questionamento “Como justificar a deflexão da agulha da bússola?” mostrando as ideias norteadoras pré-estabelecidas por eles no material (Quadro 4).

Para a segunda etapa, busca-se explorar as escolhas da montagem dos grupos – interessante o professor questionar as posições, se necessário até sugerir que troque ou varie as posições e observe se a agulha deflete – e analisar seus resultados alcançados registrando no Quadro de Ideias - Diário experimental (Quadro 5), assim como a justificativa dos que não obtiveram o resultado já esperado pela teoria.

#### Quadro 5: Diário Experimental

<b>QUADRO DE IDEIAS – Diária experimental: Analisando a deflexão da agulha da bússola</b>
Hoje (dia) , _____
Investiguei as interações entre _____
De acordo com a montagem realizada, foi possível observar as seguintes situações _____

Acredito que tal(is) resultado(s) pode(m) ser explicado(s) através da \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Fonte:** Elaborada pela autora.

Na terceira etapa, retomar ao vídeo até o ponto 07:53 e apresentar as diferentes tentativas realizadas por Oersted e suas dificuldades experimentais para conseguir responder à pergunta sobre a deflexão da agulha da bússola. Evidenciar para o estudante a semelhança entre o momento do estudioso Oersted e o deles em sala de aula.

**Para saber mais:**

CAVENA, Kenneth L. Physics and Naturphilosophie: a reconnaissance. History of science, v.35, n.1, p.35-106, 1997.

MAGGIE, Willian Francis. A Source book in Physics. 1ª ed. New York: McGraw-Hill, 1935. 436-441, 1935.

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

ORSTED E A DESCOBERTA DO ELETROMAGNETISMO –

<https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/1226>

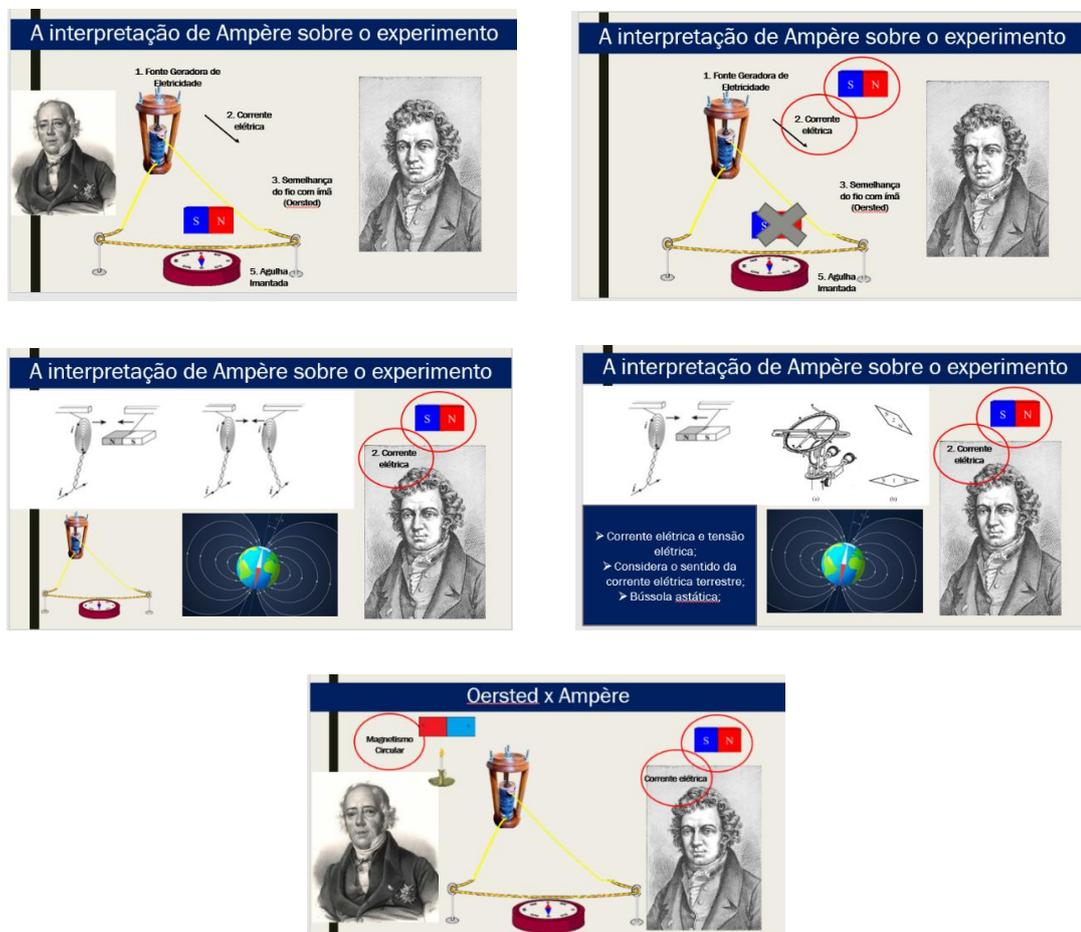
EXPERIÊNCIAS SOBRE O EFEITO DO CONFLITO ELÉTRICO SOBRE A AGULHA

<https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/1227>

Encontro V – CONTROVÉRSIAS - (01 hora/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Permitir ao estudante novos conhecimentos acerca do tema trabalhado;</li> <li>Inserir uma controvérsia;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quadro e Pincel;</li> <li>Slides.</li> </ul>	Partindo do experimento de Oersted, apresentar as concepções de <b>Ampère</b> , <b>Biot e Savart</b> e <b>Faraday</b> sobre o experimento;

O encontro tem 01 etapa<sup>3</sup>. Consiste em apresentar as diferentes compreensões acerca do fenômeno de Oersted, de acordo com as concepções de Ampère (Figura 10), Biot e Savart (Figura 11) e Faraday (Figura 12).

**Figura 10:** Interpretação de Ampère ao experimento de Oersted.



<sup>3</sup> Sugerimos 01 hora-aula, mas a depende do embasamento do (a) professor(a) sobre as demais concepções a discussão pode se estender para mais 01 hora-aula.

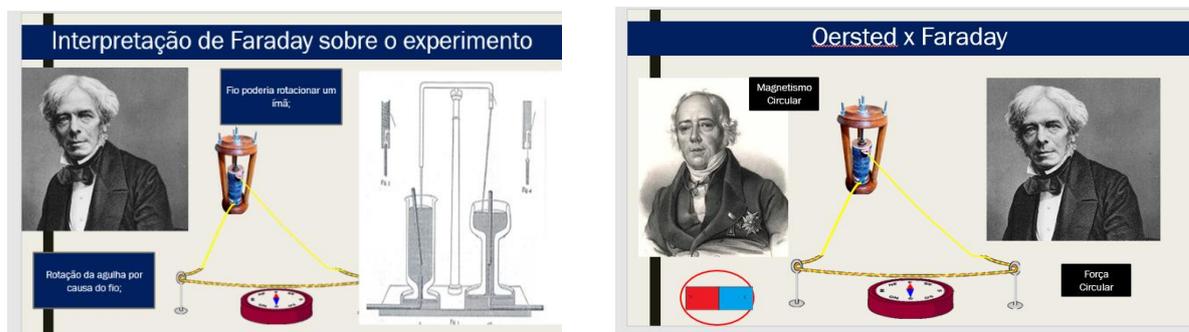
Fonte: Elaborada pela autora..

**Figura 11:** Interpretação de Biot e Savart ao experimento de Oersted.



Fonte: Elaborada pela autora..

**Figura 12:** Interpretação de Faraday ao experimento de Oersted.



Fonte: Elaborada pela autora.

Durante essa exposição sugerimos acrescentar questionamentos sobre o que os estudantes entendem sobre o caráter da ciência no Quadro de Ideias – compreendendo a Natureza da Ciência (Quadro 6), assim como uma leitura (Texto 2) para o(a) professor(a) na perspectiva de compreender as concepções de Ampère para justificar o experimento de Oersted nos dias atuais.

#### Quadro 6: Compreensão de Natureza da Ciência

QUADRO DE IDEIAS – Compreensão de Natureza da Ciência
1. Do seu ponto de vista, haveria como chegarmos ao entendimento do eletromagnetismo sem as contribuições de Oersted, justifique?!
2. Para você, de que depende a construção de um conhecimento científico?

3. Se você fosse explicar o experimento de Oersted para alguém, como seria? Procure criar etapas de explicações, desenhar e argumentar com conceitos da Física, se achar conveniente expresse a matemática por trás do efeito ao qual você trata nas etapas.

**Fonte:** Elaborada pela autora.

**Texto 2:** Leitura Complementar Interpretações eletrodinâmica do experimento de Oersted.

**TEXTO COMPLEMENTAR – Interpretação eletrodinâmica no experimento de Oersted**

**Recapitulando as justificativas apresentadas no Experimento de Oersted.**

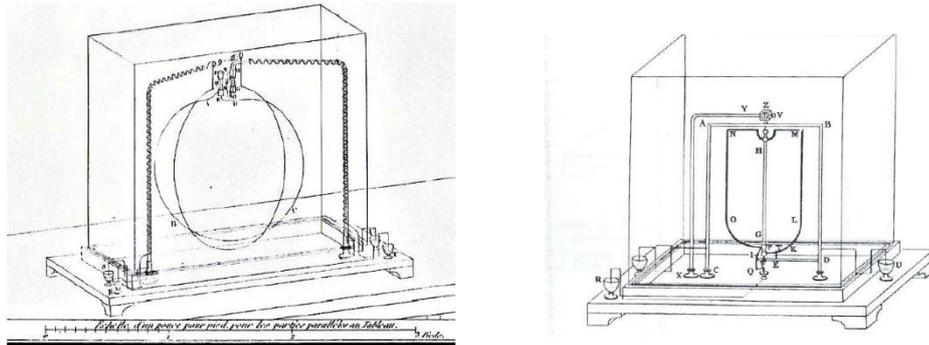
De acordo com o episódio histórico, podemos observar que a deflexão causada na agulha da bússola era explicado por Oersted com base em três justificativas: i) o conflito elétrico – proveniente dos dois tipos de eletricidade dentro do fio – causava turbilhões num plano transversal dentro e fora do fio, e empurrava a agulha da bússola; ii) o turbilhão ocorria através de movimentos espirais fora do fio, em sentidos opostos; e iii) haveria dois turbilhões para influenciar cada tipo de matéria elétrica, ou seja, o turbilhão que empurrava o polo norte não interfere no polo Sul; mas haveria um turbilhão para empurrar o polo Sul e não influenciar o polo Norte. Enquanto para Ampère as motivações seriam baseadas em interações entre as correntes elétricas do fio com a agulha imantada e a própria Terra.

**Interpretação de Ampère sobre o experimento de Oersted.**

Segundo Ampère, os fios condutores possuem corrente elétrica interna e superficial e podem promover reações de atração ou repulsão – a depende do sentido da corrente – se a corrente elétrica fluir no mesmo sentido, gera atração entre os fios, mas fluir em sentidos opostos, gera repulsão.

Portanto para Ampère o experimento de Oersted poderia ser explicado apenas com a compreensão do funcionamento das correntes elétricas no fio. Ele elaborou alguns experimentos para justificar os efeitos de deflexão da agulha da bússola, na Figura 1a podemos verificar o experimento que apresenta um fio circular sofrendo interação do magnetismo terrestre; na Figura 1b verificamos a interação das correntes nos fios promovendo ângulo:

**Figura 1:** Interação de corrente elétrica.



(a)

(b)

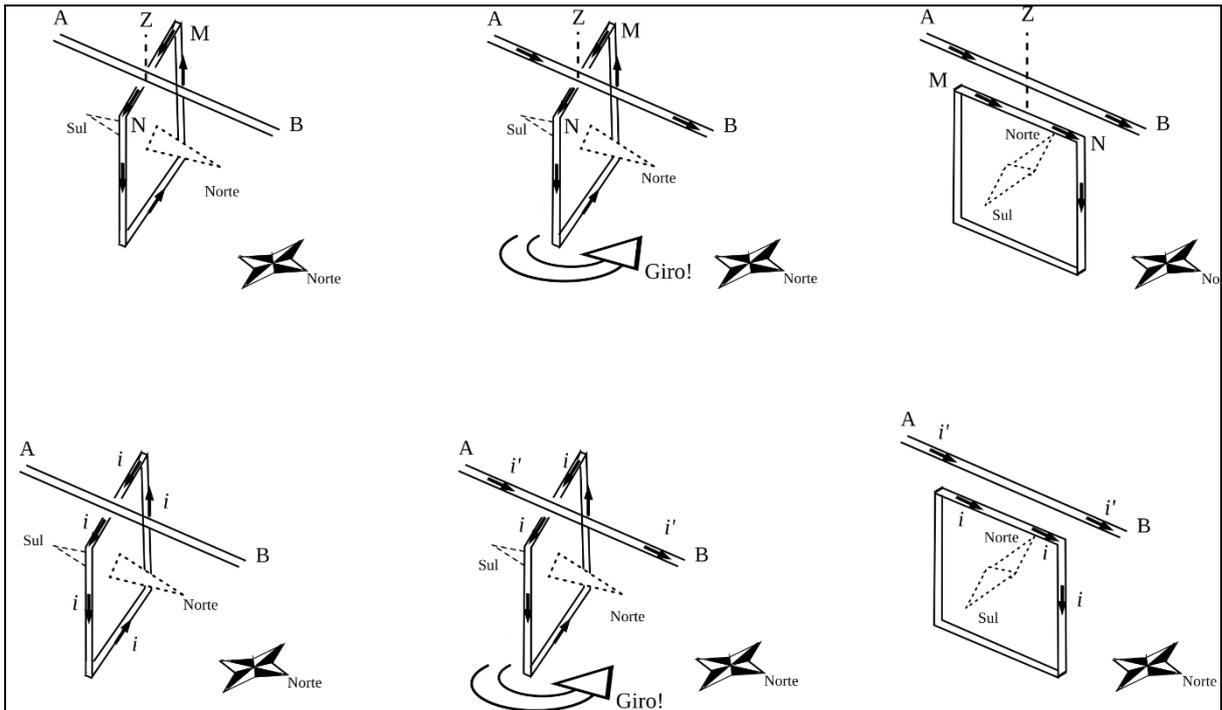
Fonte: CHAIB (2009, p. 65 – 67).

Na Figura 1a, o objetivo consiste em verificar a interação do magnetismo terrestre<sup>4</sup> e da corrente elétrica no fio, para isso Ampère chegou à conclusão que deveria colocar uma grande espira (20 cm) no centro do eixo do experimento, promovendo assim o aumentando o torque. Isso foi possível porque Ampère já havia realizado outros experimentos de mesma natureza, mas os resultados de movimento ocorriam apenas quando aproximando ímãs. Dessa forma o instrumento consegue apresentar um comportamento semelhante a agulha da bússola influenciada pelo magnetismo terrestre.

A figura 1b, tem como proposta promover o comportamento da inclinação da agulha da bússola. Para isso, desenvolve-se um conjunto de fio organizados de forma fixa e móvel. Os fios AB são fixos, enquanto os fios NM são móveis e podem girar em torno de HG. Ao colocar correntes elétricas em sentidos opostos (Figura 2) com fios (AB e NM) paralelos, observa-se um fenômeno de atração ou repulsão, logo não há movimento do eixo MN. Mas, ao posicionar os fios (AB e MN) perpendicular entre si, há uma rotação do fio NM, formando um ângulo assim como no experimento de Oersted.

**Figura 2:** Interação de corrente elétrica de mesmo sentido e oposto.

<sup>4</sup> É válido ressaltar que Ampère não chegou a essa interpretação de imediato, ele já havia realizado outros experimentos sem sucesso.

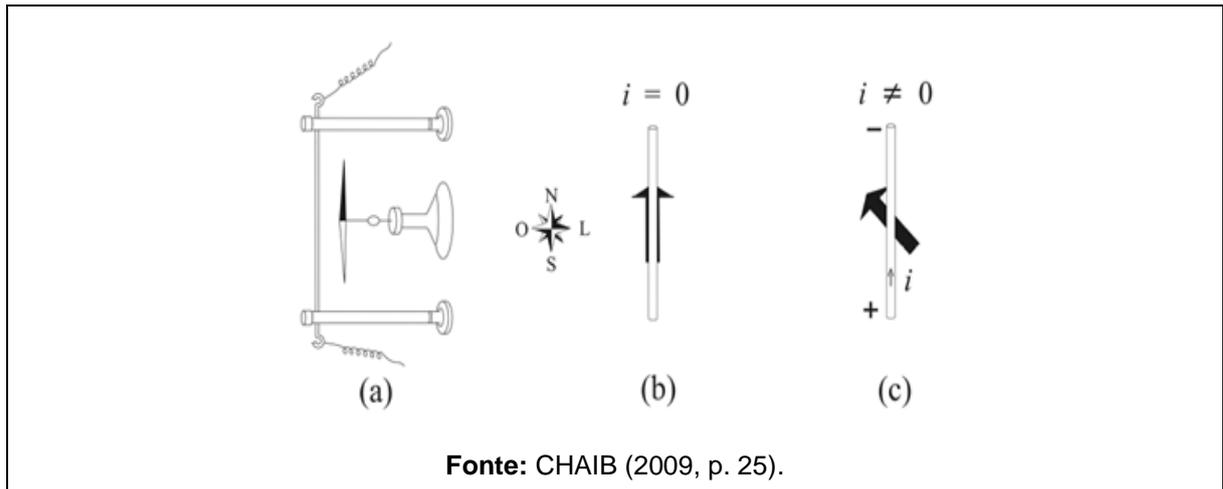


Fonte: Elaborada pela autora.

### Recapitulando as justificativas apresentadas para o Experimento de Oersted conforme o eletromagnetismo deste século.

Conforme as literaturas atuais, compreendemos que o movimento de cargas elétricas – corrente elétrica – em um fio condutor retilíneo gera campo magnético em seu entorno. Esse campo magnético ao interagir com a agulha da bússola imantada – assemelhado a um ímã – promove interação devido às características dos polos Norte e Sul criados na agulha da bússola. Se a agulha da bússola está orientada para o Norte geográfico – geralmente marca vermelha – inicialmente podemos compreender que a agulha está apontando para o Sul magnético da Terra. Ao colocar um fio condutor (Figura 3a) ligeiramente paralelo à agulha da bússola, esta sofrerá um desvio na sua posição (Figura 3b), devido ao campo magnético gerado no fio interagindo com os polos da agulha, tendendo a atrair e a repelir perpendicularmente (Figura 3c).

**Figura 3:** Experimento de Oersted – com fio ligeiramente paralelo à agulha da bússola.



**Para saber mais sobre outras possibilidades para explicar o eletromagnetismo e a eletrodinâmica, sugerimos a leitura de:**

ASSIS, André Koch Torres. Comparação entre as eletrodinâmicas de Weber e de Maxwell-Lorentz, *Episteme*, Vol. 3, pp. 7-15 (1998).

ASSIS, André Koch Torres. Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) - Sua vida e sua obra, *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, Vol. 5, pp. 53-59 (1991).

ASSIS, André Koch Torres; JUNIOR, Wilson Bagni. Tradução de um texto de James Clerk Maxwell sobre a teoria das cargas-imagem, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Vol. 22, pp. 95-104 (2005).

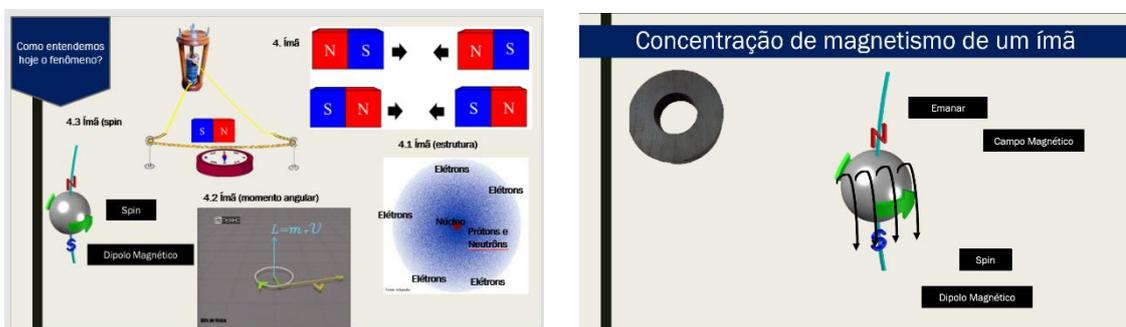
CHAIB, João Paulo Martins de Castro; ASSIS, André Koch Torres. Sobre os efeitos das correntes elétricas – Tradução comentada da primeira obra de Ampère sobre eletrodinâmica, *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, Vol. 5, pp. 85-102 (2007).

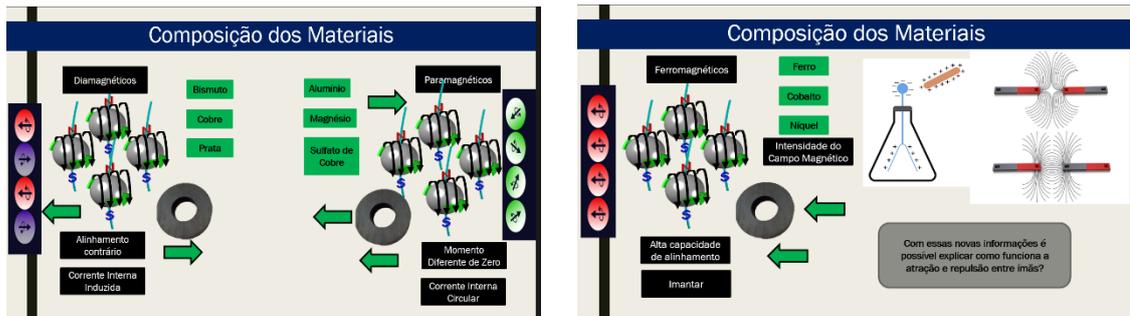
CHAIB, João Paulo Martins Castro. Análise do significado e da evolução do conceito de força de Ampère, juntamente com a tradução comentada e sua principal obra sobre eletrodinâmica. Tese (doutorado). Instituto de Física 'Gleb Wataghim' da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, p. 386, 2009.

Encontro VI – FORMALISMO CONCEITUAL - (02 horas/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabalhar novos conceitos acerca do tema;</li> <li>Explorar a argumentação do aluno;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vídeo;</li> <li>Materiais de baixo custo;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Trabalhar aspectos conceituais presentes na literatura ímãs se suas propriedades;</li> <li><b>Situação-Problema 6:</b> “Como explicar o experimento de Oersted com a teoria atual?”</li> <li><b>Situação-Problema 7:</b> “Como podemos imaginar o campo magnético se enrolarmos o fio formando uma espiral?”;</li> </ol>

O encontro é dividido em 02 etapas. A primeira, discutir com os estudantes a compreensão adotada atualmente sobre ímãs, sua estrutura e os diferentes materiais – se o(a) professor(a) achar conveniente, relacionar com algum experimento de eletrostática para distinguir melhor a concepção de carga elétrica e domínios magnético – e sobre campo magnético (Figura 13).

**Figura 13:** Estudo dos ímãs e sua estrutura.

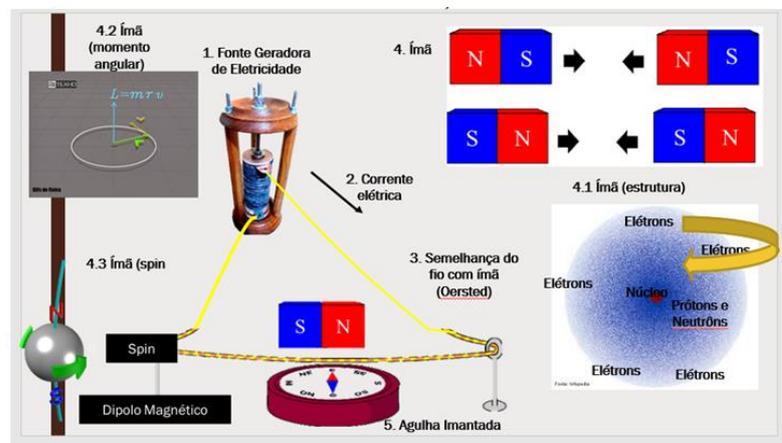




Fonte: Elaborada pela autora.

Sugerimos usar imagens do próprio vídeo, a exemplo (Figura 14) e junto com os estudantes o(a) professor(a) vai ‘costurando’ os momentos, podendo associar e resgatar compreensões de momentos anteriores das aulas como questões da eletricidade (circuito elétrico simples e fonte).

Figura 14: Experimento de Oersted restabelecendo novas interpretações.



Fonte: Elaborada pela autora.

A segunda etapa terá objetivo de esclarecer concepções sobre campo magnético em um fio retilíneo aceitas atualmente (Situação-Problema 6) e força magnética. Por fim, pode ser discutido as relações de proporcionalidade entre campo magnético, corrente elétrica e distância do campo magnético em relação ao fio retilíneo no Quadro de Ideias – pré-experimental (Quadro 7 – Questão 1).

**Quadro 7: Análise pré-experimental**

<b>QUADRO DE IDEIAS – Análise pré-experimental</b>
Como vocês já sabem, antes de executar um experimento precisamos reorganizar nossas concepções acerca do que estamos investigando. Para garantir seus resultados, respostas as reflexões abaixo:

1.No experimento de Oersted pudemos observar um campo magnético atuando na agulha da bússola. A relação matemática associada a um campo magnético atuando num fio retilíneo foi exposto na sala. O que você entende sobre as grandezas envolvidas?
2. Ao dobrar (espiras) ou dar voltas (bobinas ou solenoides) no fio, você consegue levantar hipóteses que sejam capazes de prever os efeitos? Elabore uma previsão!
3. Partindo do formalismo matemático do campo magnético no fio retilíneo, ao analisar uma espira e uma bobina podemos verificar as mesmas grandezas atuando ou existem novas grandezas?
4. Seria possível propor um novo formalismo para o campo magnético numa espira e numa bobina? Se sim, como? Elabore uma hipótese!
<b>Fonte:</b> Elaborada pela autora.

No entanto, o(a) professor(a) pode provocar os estudantes com o questionamento “Como podemos imaginar o campo magnético se enrolarmos o fio formando uma espiral?”; “Os efeitos são os mesmos?” (Situação-Problema 7) para discutir na próxima aula.

**Para saber mais:**

CHAIB, João Paulo Martins Castro; ASSIS, André Koch Torres. Experiência de Oersted em sala de aula. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.29 n°.1 São Paulo, 2007.

MAGNAGHI, Ceno Pietro; ASSIS, André Koch Torres. Sobre a eletricidade excitada pelo simples contato entre substâncias condutoras de tipos diferentes – Uma tradução comentada do artigo de Volta de 1800 descrevendo sua invenção da pilha elétrica, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Vol. 25, pp. 118-140 (2008).

Encontro VII – FORMALISMO MATEMÁTICO - (01 hora/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabalhar a contextualização histórica do tema;</li> <li>Propor uma experimentação investigativa;</li> <li>Promover ao estudante reflexão sobre modelos matemáticos associados a experimentação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vídeo;</li> <li>Materiais de baixo custo;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Continuar com o vídeo e explorar as concepções dos estudantes após o término do vídeo em função da <b>Situação-Problema 7</b>.</li> <li>Trabalhar <b>aspectos matemáticos</b> (proporcionalidades entre as grandezas) para espiras e bobinas junto a experimentação da lanterna de Faraday;</li> <li>Análise dos resultados experimentais e a interpretação matemática.</li> </ol>

O encontro é dividido em 03 etapas. Na primeira etapa, retomar ao vídeo até o final e discutir o Situação-Problema 7 da última aula.

Na segunda etapa, propor o experimento semelhante ao do vídeo (Lanterna de Faraday) e refletir sobre “Como foi possível acender um led com fios e ímãs?”. Antes do experimento solicitar que aos estudantes reorganizem suas concepções por escrito (Quadro 7 – Questão 2) sobre a compreensão do campo magnético num fio retilíneo e reflita sobre um fio enrolado (Quadro 7 – Questão 3 a 4).

Posterior a organização das concepções, propor um experimento para investigar o formalismo matemático previsto. Distribuir kits (Figura15) de materiais de baixo custo (fio de cobre, ímãs de neodímio, ímãs simples, tubo de vitamina C, frascos de plástico pequeno e leds) e permitir que os estudantes façam a montagem como desejarem. Se for necessário rerepresente o vídeo na parte do experimento.

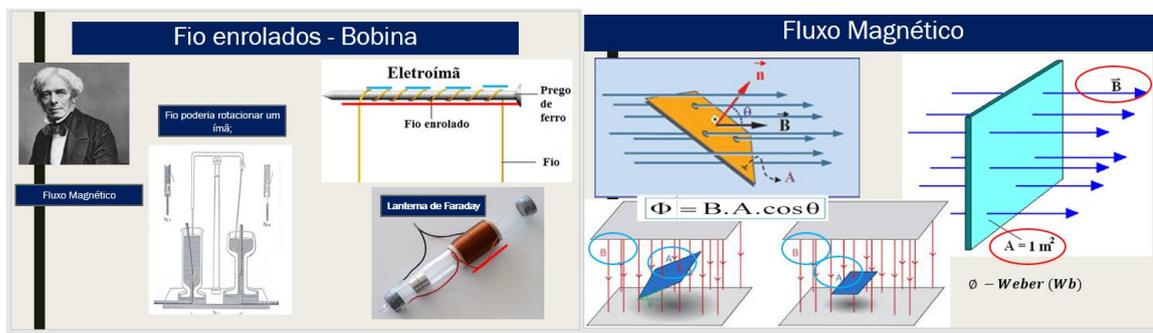
**Figura 15:** Montagem do experimento de Faraday



Encontro VIII – NOVOS CONHECIMENTOS - (02 horas/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover ao estudante reflexão sobre modelos matemáticos associados a experimentação;</li> <li>Discutir os conceitos presentes nos livros didáticos;</li> <li>Utilizar exercício como exemplo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quadro branco;</li> <li>Pincel;</li> <li>Slides.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Continuar com a análise dos aspectos matemáticos (proporcionalidades entre as grandezas) para espiras e bobinas junto a experimentação da lanterna de Faraday;</li> <li>Discutir sobre <b>fluxo magnético e corrente induzida</b>;</li> <li><b>Lei de Lenz</b> e discussão sobre <b>indução eletromagnética</b>.</li> </ol>

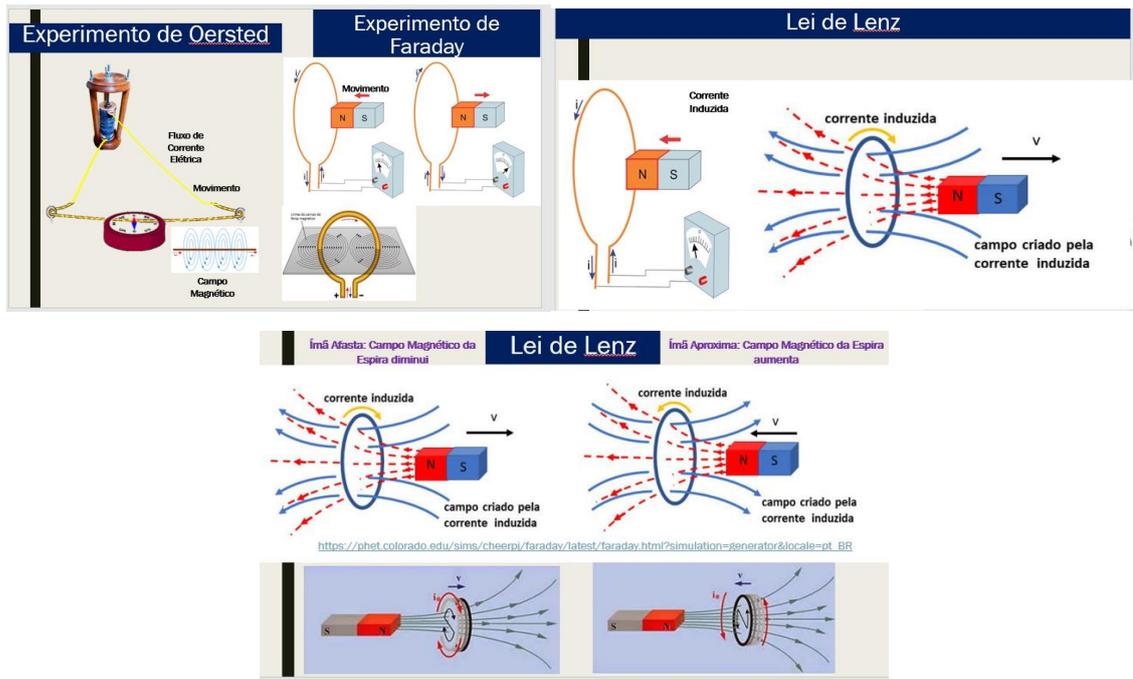
O encontro é dividido em 03 etapas. Na primeira etapa, consiste em continuar as discussões das relações matemáticas presentes nas espiras e bobinas. Como segunda etapa, utilizar do funcionamento do experimento de Faraday para discutir fluxo magnético (Figura 16) e corrente induzida (Figura 17). Por fim, como terceira etapa abrir discussão sobre a Lei de Lenz (Figura 17) e o que entendemos como indução eletromagnética.

**Figura 16:** Discussão sobre bobinas e fluxo magnético.



Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 17:** Corrente Induzida e Força eletromotriz.



Fonte: Elaborado pela autora.

### Para saber mais:

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

FARADAY, Michael. Pesquisas experimentais em eletricidade. Tradução André Koch Torres Assis e L. F. Haruna. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 152-204, 2011. (todos os experimentos de Faraday).

Encontro IX - CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E CULTURAL - (01 hora/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover interação com os desenvolvimentos tecnológicos;</li> <li>Valorização da cultura;</li> <li>Conhecimento de mundo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>slide</li> </ul>	1. Trabalhar aplicações (alto falante) do dia a dia correlacionados ao assunto de <b>eletromagnetismo</b> .

O encontro é composto de 01 etapa. Consiste em fazer uma exposição do dispositivo alto-falante (Figura 18). Nesse sentido, o(a) professor(a) pode utilizar de slides ou vídeos para a apresentação de forma que contemple discussões acerca de ondas (pertinente a esse dispositivo), dispositivos integrados, ímãs, bobinas e corrente induzida.

**Figura 18:** Funcionamento de um alto-falante.



Fonte: Elaborada pela autora.

**Para saber mais:**

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

FARADAY, Michael. Pesquisas experimentais em eletricidade. Tradução André Koch Torres Assis e L. F. Haruna. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 152-204, 2011. (todos os experimentos de Faraday).

Encontro X - CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E CULTURAL - (02 horas/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover interação com os desenvolvimentos tecnológicos;</li> <li>Valorização da cultura;</li> <li>Conhecimento de mundo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>slide</li> </ul>	<p>1. Trabalhar aplicações (Torre eólica e transformadores) do dia a dia correlacionados ao assunto de <b>eletromagnetismo</b>.</p>

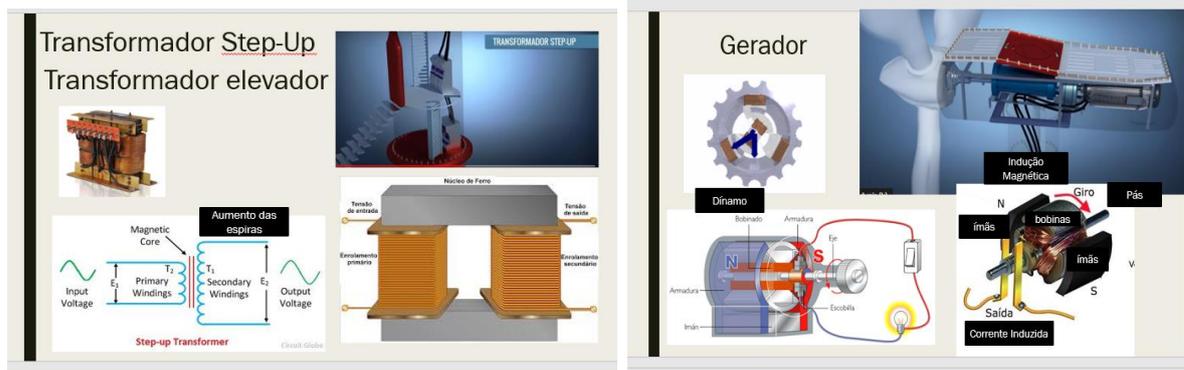
O encontro é composto de 02 etapas. A primeira, consiste em fazer uma exposição da tecnologia Torre eólica (Figura 19). Para essa exposição sugerimos o link: <https://www.youtube.com/watch?v=V6lyCuw7VfU>. Nesse sentido, o(a) professor(a) pode utilizar complementar a discussão com slides mostrando as etapas de funcionamento da Torre, evidenciando gerador, dínamo (ímã e bobinas), corrente induzida, corrente contínua e alternada. Na segunda etapa, propomos discutir sobre transformadores e geradores. Finalizando nossa discussão sobre o eletromagnetismo.

**Figura 19:** Funcionamento de uma torre eólica



Fonte: Elaborada pela autora.

**Figura 20:** Funcionamento de um Transformador



Fonte: Elaborada pela autora.

### Para saber mais:

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

FARADAY, Michael. Pesquisas experimentais em eletricidade. Tradução André Koch Torres Assis e L. F. Haruna. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 152-204, 2011. (todos os experimentos de Faraday).