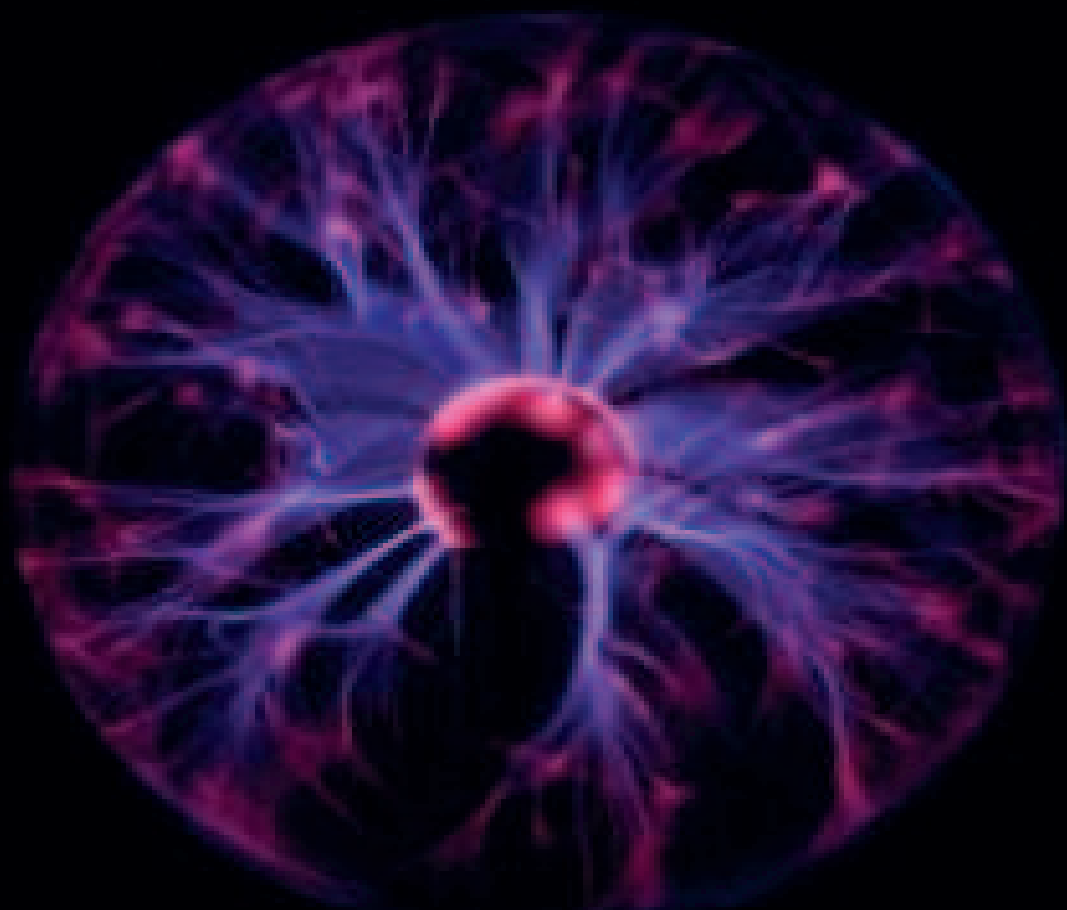


ELSON FERNANDO DAMASO DE ARAUJO  
MARCOS ANTÔNIO BARROS

DE OERSTED A BIOT-SAVART:  
UMA ABORDAGEM HISTÓRICA E  
EXPERIMENTAL DOS PRINCÍPIOS  
DO ELETROMAGNETISMO



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.

A658d Araujo, Elson Fernando Damaso de.  
De Oersted a Biot-Savart: [manuscrito] : uma abordagem histórica e experimental dos princípios do eletromagnetismo / Elson Fernando Damaso de Araujo , . - 2018.  
16 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2018.  
"Orientação : Prof. Dr. Marcos Antônio Barros , Coordenação do Curso de Física - CCT."  
1. Ensino da física. 2. Eletromagnetismo. 3. Ferramenta didática. 4. Paradidático. I. Título  
21. ed. CDD 530.14

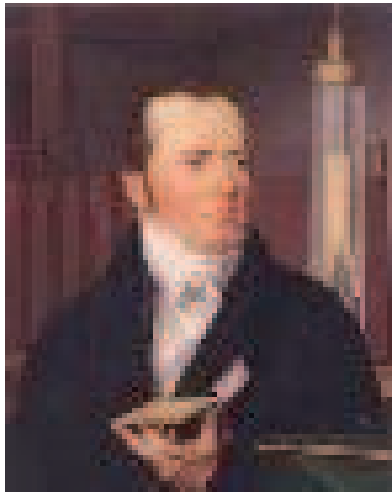
# Princípios do Eletromagnetismo: Abordagem histórica e experimental

**ELSON FERNANDO DAMASO DE ARAUJO  
MARCOS ANTÔNIO BARROS**

Nossa narrativa histórica se apresenta por meio da reconstrução de alguns episódios históricos acerca dos princípios do eletromagnetismo. Nesse sentido, diante da vastidão de possibilidades que poderiam ser discutidas, voltamos nossos olhos para três percepções mais específicas: O trabalho de Oersted, Ampère e Biot-Savart.

Esse recorte histórico foi elaborado de forma propositalmente anacrônica. Nesse sentido, a junção de elementos históricos e contemporâneos são frequentes ao longo do texto. Assim, buscamos discutir elementos históricos, de modo que possamos ser fiéis às suas ideias originais. Mas, recorreremos a aparatos experimentais contemporâneos de modo a permitir que haja uma melhor transposição didática.

Conhecendo nossos  
autores...



Hans Cristian Oersted (1777–1851); físico e químico dinamarquês. Conhecido mundialmente por seus estudos que evidenciam que a corrente elétrica pode gerar um campo magnético. Deu importantes contribuições para ciência no final do século XIX e foi pioneiro na descrição da experiência mental.



André-Marie Ampère (1775–1836); físico, filósofo, cientista e matemático francês. Assim como Oersted, deu importantes contribuições para o estudo do eletromagnetismo. A unidade de medida **Ampère** recebeu esse nome em sua homenagem e equivale a um coulomb por segundo.



Jean-Baptiste Biot (1774–1862) (à esquerda), físico, astrônomo e matemático francês. No início de 1800 estudou a polarização da luz e as relações entre a corrente elétrica e o magnetismo. Felix Savart (1791–1841), também físico e matemático. Biot e Savart chegaram à lei do eletromagnetismo.

## Primeiras observações...

Até final do século XIX, os fenômenos relacionados a eletricidade e ao magnetismo não estavam completamente esclarecidos.



Desde o século XVII, já era observado que as bússolas eram perturbadas pela ação dos raios, durante as tempestades.

Oersted acreditava que os efeitos elétricos e magnéticos possuem uma mesma origem. Ele defendia a existência de um conflito elétrico e por meio desse conflito, tentava evidenciar uma relação entre a eletricidade e o magnetismo.

Seus experimentos evidenciaram que essa relação existia, porém suas observações não permitiram evidenciar claramente qual seria essa relação.

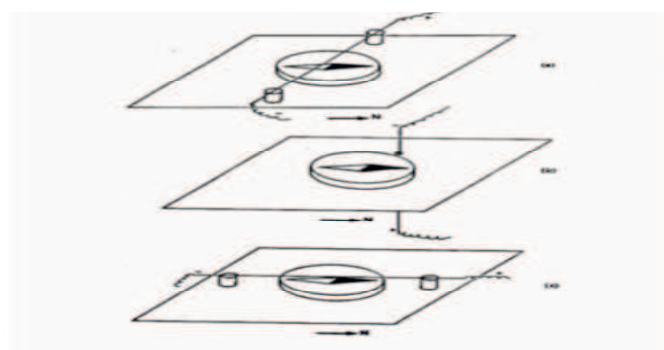
# O contexto da época

- No início do século XIX, os físicos se dividiam entre a concepção da existência de um ou dois fluidos elétricos.
- Oersted acreditava na existência de dois fluídos, portanto supunha uma corrente galvânica que transportava em um mesmo fio, cargas elétricas positivas e negativas.
- Como já foi mencionado, Oersted defendia a ideia de conflito elétrico. Essa ideia era bem aceita à época, sendo compartilhada por outros físicos.

## O experimento...

O experimento desenvolvido por Oersted era relativamente simples. Seu aparato consistia em um fio condutor de carga elétrica, uma bateria para alimentar o sistema e uma bússola para observar o efeito da corrente elétrica sobre ela.

Oersted era norteado por duas suposições: A primeira delas é que o fio percorrido por uma corrente se torna semelhante a uma agulha magnetizada e a segunda supõe que o fio se tornaria um polo magnético.

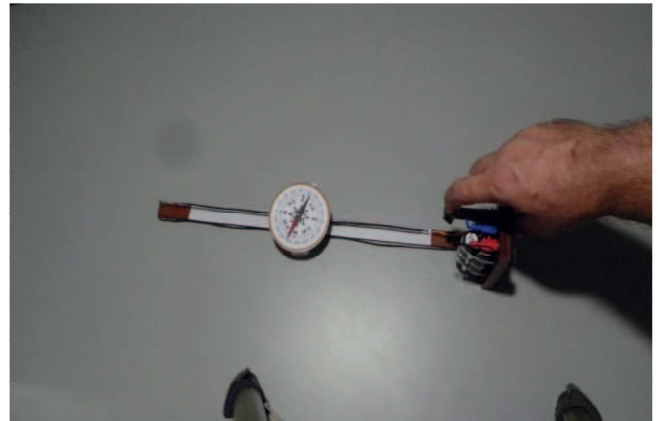
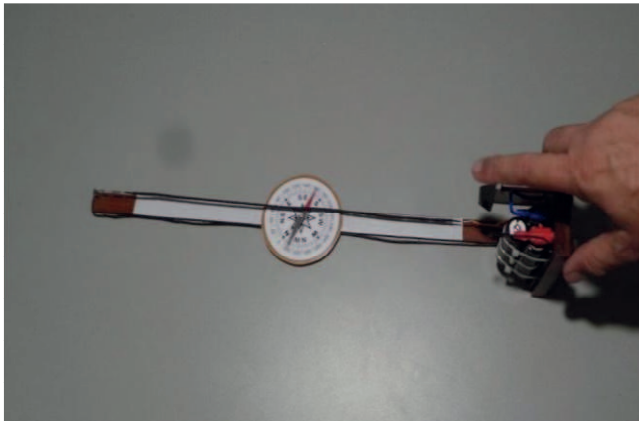


No seu experimento, ele colocou o fio sobre a bússola (perpendicularmente posicionada em um plano horizontal). Ele esperava que a agulha girasse de um lado para o outro em função do sentido da corrente até tornar-se paralela ao fio, mas isso não aconteceu.



Oersted acreditava também que ao colocar um fio condutor em posição vertical próximo a uma das extremidades da agulha magnética, poderia observar se o polo magnético seria atraído ou repelido pelo fio condutor. O que não foi observado no experimento.

No que se refere ao nosso conhecimento atual, verificamos que após ligar o sistema e fornecer um fluxo intenso de corrente elétrica para o fio, nota-se que a bússola sofre uma alteração em sua posição inicial; há um torque que gira sua agulha.



Note que o posicionamento da bússola acima ou abaixo do fio influencia no processo, já que esse posicionamento faz com que a agulha da bússola gire para um lado ou para outro.

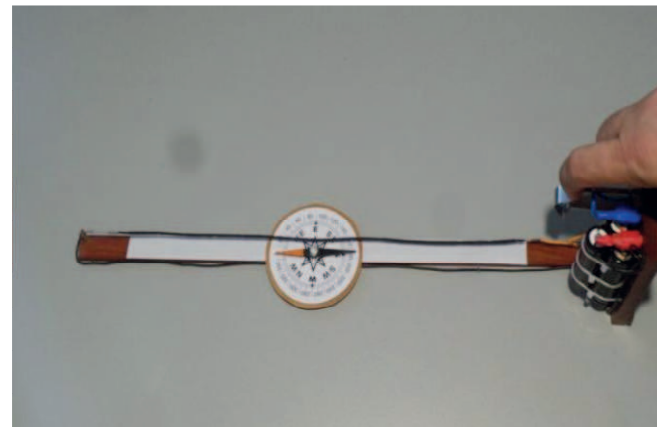
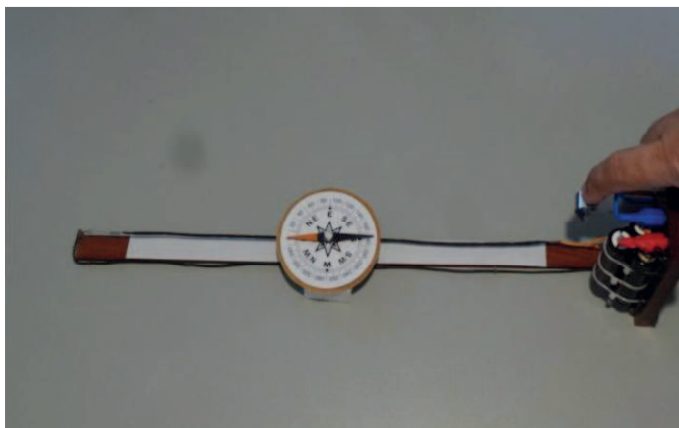
De uma maneira geral, Oersted buscava evidenciar o conflito elétrico. Ele acreditava que a corrente elétrica deveria interferir na movimentação da bússola.



Por que a agulha da bússola sofre deflexões? Há alguma influência do material da qual ela é constituída?

Para tentarmos resolver esse questionamento, podemos adotar um método bastante simples; façamos o seguinte teste: Vamos substituir o material da agulha da bússola para visualizar o que acontece!

Utilizando uma agulha de goma laca.



Utilizando uma agulha de latão:



Nesses exemplos, temos duas bússolas de materiais diferentes. A primeira delas é feita de goma laca e a segunda é feita de latão. Como podemos observar, a corrente elétrica não tem efeito sobre esses materiais.

Note também que não importa o posicionamento da bússola em relação ao fio, pois, estando sob ou sobre ele, a agulha permanece inerte.

## Algumas observações de Oersted:

- 1) Oersted observou que a bússola sofria alterações quando colocada próxima ao fio por onde passava corrente elétrica.
- 2) Oersted observou também que o sentido em que a agulha girava estava relacionada com o sentido da corrente no fio, pois, ao inverter o sentido da corrente, a agulha da bússola girava em sentido oposto.
- 3) Ele utilizou agulhas de diferentes materiais (metal, vidro, latão, goma laca, fitas de chumbo, etc.) e notou que o material não altera o efeito, mas, interfere em sua magnitude.

# Ampère

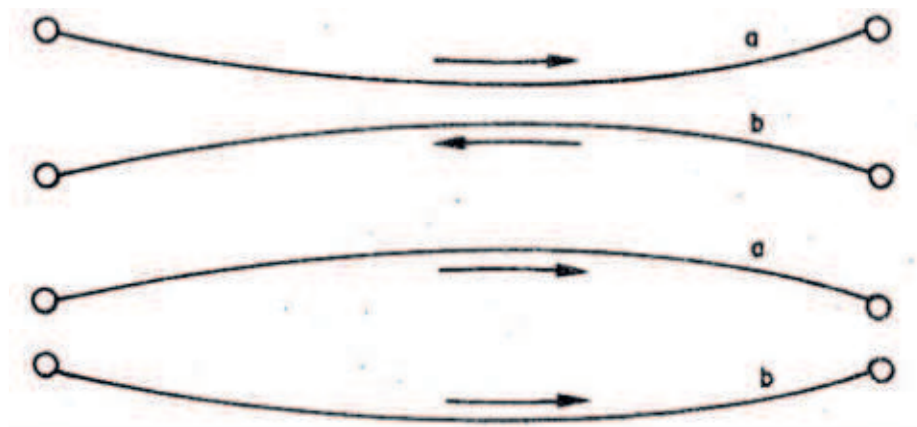
Uma das importantes obras de Ampère traz uma discussão sobre o efeito das correntes elétricas. Nesse trabalho, ampère traz algumas considerações acerca do que é proposto por Oersted.

Ampère destaca a ideia de Oersted que afirma que deveriam haver interações diretas entre fios com corrente elétrica. E no caso do imã comum, havia correntes elétricas fluindo em seu interior e sobre sua superfície

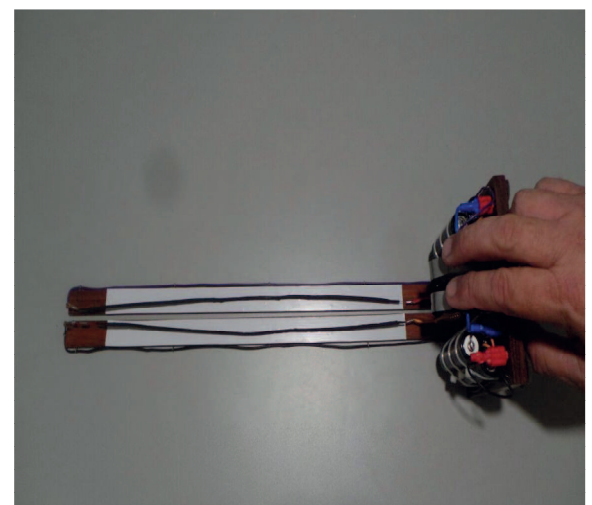
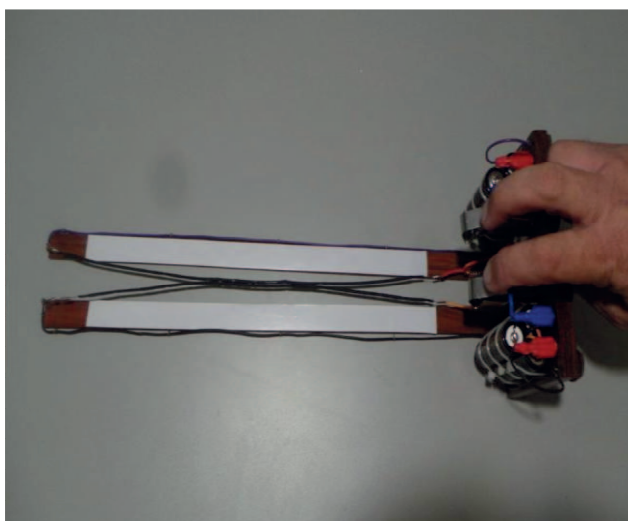
- Se essa ideia de Oersted estava correta, ele poderia explicar, por meio do princípio de força entre condutores e correntes:
  - 1) A interação entre imãs;
  - 2) O torque do imã no fio, já proposto por Oersted;
  - 3) Uma interação direta entre dois condutores de corrente.

Ampère conseguiu verificar experimentalmente esse efeito, dando origem ao que, atualmente, denominamos de eletrodinâmica que descreve a força entre fios com corrente elétrica.

Ampère realizou experiências minuciosas, observando, entre outros fenômenos, que quando as correntes em fios retos paralelos fluem no mesmo sentido, os fios se atraem, e quando fluem em sentidos opostos, eles se repelem.



Esse efeito pode ser observado experimentalmente de forma simples com o auxílio de aparatos bastante simples:



## Algumas observações de Ampère:

- 1) Admite a existência de correntes elétricas no interior dos ímãs e da própria terra.
- 2) Considerava a interação magnética entre dois ímãs, ou entre um ímã e a terra.
- 3) Unificou o tratamento das três classes de fenômenos (magnéticos, eletromagnéticos e eletrodinâmicos), como sendo originários de um mesmo princípio.

# Biot-Savart



Qual proposta de Biot e de Savart com esse trabalho?

*Determinar a intensidade e a direção da força magnética exercida por um longo fio retilíneo, conduzindo uma corrente constante ao atuar sobre um polo de uma agulha imantada.*

De modo anacrônico, podemos entender o trabalho de Biot e Savart como uma extensão daquilo que já havia sido produzido por Oersted e Ampère, portanto, é possível observar alguns traços marcantes de suas teoria.

## **Sobre Oersted:**

Biot e Savart deduziram a partir da experiência de Oersted que a passagem da corrente elétrica pelo fio o magnetizava, lhe possibilitando as mesmas características de um imã.



## Sobre Ampère:

Biot e Savart discordavam de Ampère e acreditavam que o fio havia sido imantado pela corrente elétrica, agindo sobre os polos magnéticos da agulha da bússola.

Devido a isso, passaram a explicar o fenômeno, em termos de forças exercidas por cada elemento de corrente do fio sobre os polos magnéticos da agulha da bússola.

Os princípios da teoria de Biot-Savart são baseados em ideias já defendidas por Oersted e Ampere, e são essas ideias que definimos como possibilidades de discussão à partir do material que desenvolvemos aqui. Portanto, nesse trabalho, não temos o intuito de discutir mais profundamente essa temática, mas, sinalizamos para possibilidade.

## Algumas observações de Biot–Savart:

1) Imaginavam que o condutor se magnetizava em contato com uma corrente elétrica, ou seja, a natureza da força é do tipo essencialmente magnético.

2) Em seu texto original ele utiliza os termos “moléculas de magnetismo, ou moléculas magnéticas” é o que entendemos hoje por polos magnéticos ou também monopolos. Assim, uma “molécula de magnetismo boreal” representa o polo norte enquanto que uma “molécula de magnetismo austral” representa o polo sul.

3) Ao traçar uma reta perpendicular ao eixo do fio até o ponto onde se localiza o polo, a força que atua sobre o polo é perpendicular a esta linha e ao eixo do fio. E a intensidade desta força é inversamente proporcional ao comprimento desta reta.

## Montando os experimentos

Para a verificação dos experimentos, serão utilizados 2 (dois) aparatos iguais, porém opostos (como se refletido em um espelho). Figura 1.

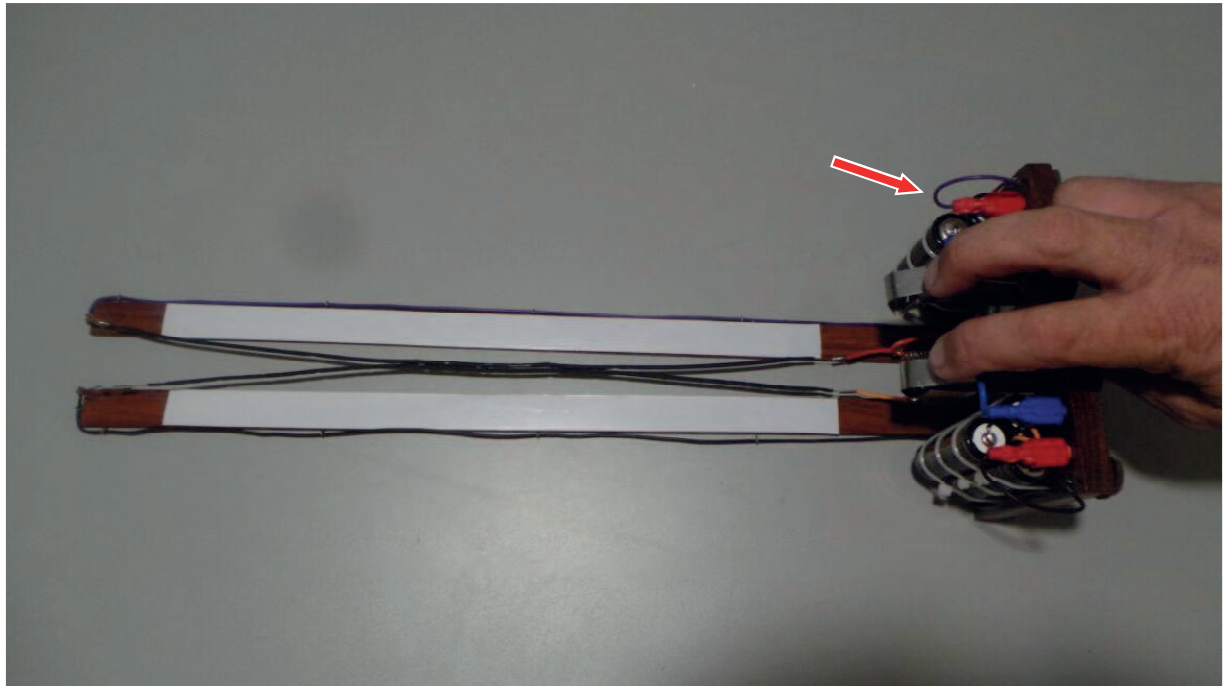
Com um só (qualquer um) reproduz-se o experimento de Oersted, o da bússola (Figura 2); ao ser usado os dois aparatos, deixando-os bem próximos, de forma superposta, como se refletido em um espelho, conseguir-se-á reproduzir o experimento de Ampère, atraindo e/ou repelindo os condutores (ao se inverter a polaridade de qualquer um dos aparatos). Figuras 3 (a) e (b).



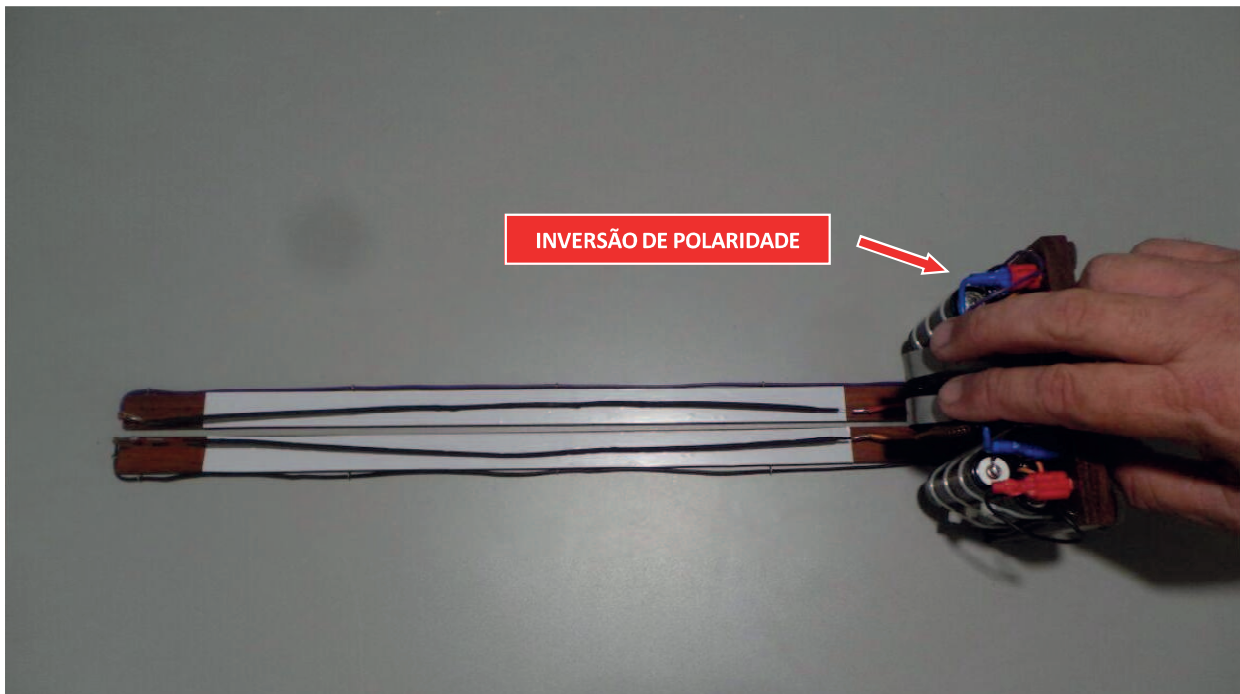
Figura 1



Figura 2



**Figura 3 (a):** Atração entre os fios



**Figura 3 (b):** Repulsão entre os fios

Esse paradidático tem o intuito de informar o leitor sobre algumas questões referentes aos princípios do eletromagnetismo sob os pontos de vista de Oersted, Ampère e Biot-Savart.

Nosso intuito não é promover um material completo no que se refere ao seu contexto histórico e didático, mas, apontar algumas questões que certamente servirão de problematização inicial e motivação dos alunos para o estudo da temática supracitada.

Como já mencionado, tentamos dar um caráter anacrônico ao texto por acreditar que essa é uma abordagem que permitirá uma análise mais completa ao aliar concepções históricas originais ao trabalho experimental contemporâneo e alternativo.

## *Nota dos autores*

Normalmente as cartilhas usadas para divulgação científica são feitas por ilustradores que preparam um material exclusivo para essa finalidade. Como nosso intuito é focado basicamente no conteúdo, as figuras utilizadas estão disponíveis na internet e podem ser encontradas nos seguintes endereços eletrônicos.

[https://no.wikipedia.org/wiki/Hans Christian %C3%98rsted.](https://no.wikipedia.org/wiki/Hans_Christian_%C3%98rsted)

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9-Marie Amp%C3%A8re.](https://pt.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9-Marie_Amp%C3%A8re)

[https://brasilescola.uol.com.br/geografia/bussola.htm.](https://brasilescola.uol.com.br/geografia/bussola.htm)

[https://pt.pngtree.com/freepng/doubt\\_971900.html.](https://pt.pngtree.com/freepng/doubt_971900.html)

[https://sites.google.com/site/professorloos/animacoes/animacoes-fge3001.](https://sites.google.com/site/professorloos/animacoes/animacoes-fge3001)