

Ørsted e a Simetria do Campo Magnético

Helton Martinez
Sofia Basilio

Índice

- Oersted - Vida e Obra
- Naturphilophie - Breve panorama
- Pilha de Volta
- Experimento de Oersted
- Simetria

Hans Christian Ørsted



- Físico e químico dinamarquês nascido em Rudkøbing em 1777;
- Em 1806 se torna professor na Universidade de Copenhague;
- Primeiro pensador moderno a explicitamente descrever e nomear os *Gedankenexperiment* em 1812 (ou *Gedankenversuch* em 1820);
- Primeiro pesquisador a isolar o alumínio a partir de cloreto de alumínio.

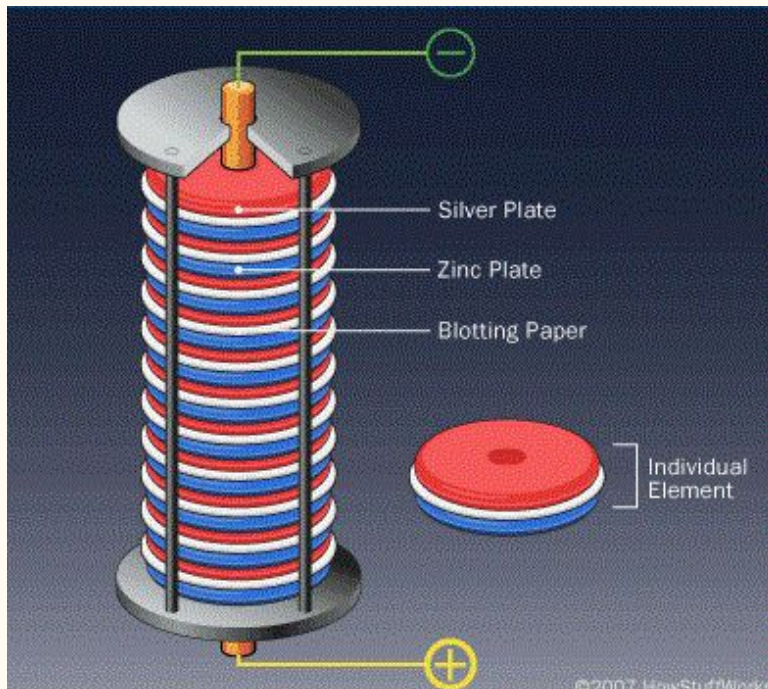
Hans Christian Ørsted (Formação)



- Vizinhos o alfabetizam em dinamarquês, alemão, grego, latim, francês e inglês;
- Em 1795 ganha prêmio de Estética com o trabalho: “Sobre como a linguagem prosaica pode ser corrompida por sua proximidade poética, e quais são as fronteiras entre as expressões poética e prosaica.”
- Em 1797 gradua-se como farmacêutico;
- Em 1799 doutorou-se em Filosofia a tese: “Dissertatio de forma metaphysices elementaris naturae externae.”

Pilha de Volta

- Desenvolvida no final do século XVIII pelo físico e químico italiano Alessandro Volta;
- Ponto nodal para desenvolvimento de alguns experimentos sobre a ligação entre eletricidade e magnetismo;
- Nova analogia entre eletricidade e magnetismo



“Assim, no início do século XIX, havia uma crença generalizada de que deveria haver uma correspondência profunda entre eletricidade e magnetismo e que, em alguns casos, um ímã e uma pilha poderiam produzir efeitos semelhantes”
(Martins, 1999, p. 167, tradução nossa)

Visões naturalistas

Por “naturalismo” entendem-se visões de mundo que tomam como ponto de partida a existência da natureza, ou de nossa experiência perceptiva desta natureza, e que concebem que a natureza possui certa unidade e segue leis próprias.

Visões mitológicas ou religiosas

(...) não tomam a natureza como seu ponto de partida, mas partem da suposição de que existem deuses antropomórficos, ou um Deus único, e de que o indivíduo pode ter acesso direto a um mundo sobrenatural, em muitos casos revelados pelas escrituras religiosas.

Visões humanistas e subjetivistas

(...) tomam o homem como a medida de todas as coisas ou fundam o mundo no “sujeito epistemológico”, ou seja, nas intuições primeiras do observador que conhece ou concebe o mundo.

Naturalismo animista

- A natureza possui alma (sentido, racionalidade ou finalidade).
- (Na Antiguidade) Pitagorismo, estoicismo, neoplatonismo, taoísmo, gnosticismo, etc.
- (No renascimento) Tradições de Magia, astrologia, alquimia e hermetismo.
- Gilbert, Kepler e Van Helmont

Naturalismo animista

- No romantismo alemão surge a Naturphilosophie
- O eu e a natureza são manifestações de uma substância fundamental
- Os atributos dessa substância eram o espírito e a matéria (Espinosa)
- Leis da Natureza coincidem com as leis do Pensamento (“Princípio de Identidade” – Parmênides)
- A natureza como uma totalidade orgânica
- Alcançar a verdade da natureza, apenas através da intuição (atitude menos rigorosa com relação ao método científico)
- Natureza permeada por polaridades de forças (Gradual diferenciação do entes naturais)

Movimento da “Naturphilosophie”

- Ørsted foi influenciado por Kant e pelo movimento Naturphilosophie alegando que todo o universo era um organismo dotado de uma “alma vital”;
- Unidade entre os fenômenos de tipos diferentes
- Interrelação entre diversas áreas: eletricidade, magnetismo, gravitação, óptica, ...
- A força possui status ontológico.
- Movimento anticientífico

Movimento da “Naturphilosophie”

“Para os defensores dos átomos pontuais, o espaço estava vazio; para o *Naturphilosophen*, era um plêno de força, no qual um átomo pontual poderia possuir apenas significado geométrico, como centro de uma distribuição de força. Assim, para Oersted, a força de uma corrente elétrica não existia no fio que servia como seu eixo, mas no espaço que cercava o fio.” (WISE, 1990, p. 348)

Acaso?

- Carta de Hansteen para Faraday, 37 anos após o experimento e 6 anos após a morte de Ørsted:

“Ørsted tentou colocar o fio de sua bateria galvânica perpendicularmente (em ângulos retos) sobre a agulha magnética, mas não percebeu nenhum movimento sensível. Ao final do experimento, como havia utilizado uma forte bateria galvânica para outros experimentos, ele disse: “vamos agora, uma vez que a bateria está ativa, tentar colocar o fio paralelo à agulha”. Assim que isso foi feito ele parou de perplexidade ao ver a agulha fazendo uma grande oscilação (quase em ângulos retos com o meridiano magnético). Então ele disse: “vamos agora inverter a direção da corrente”, e a agulha desviou na direção contrária. Portanto a grande descoberta foi feita; e foi dito, não sem razão, que “ele tropeçou nele por acidente”. Ele não tinha nenhuma ideia a mais do que nenhuma outra pessoa que a força deveria ser transversal. Mas como Lagrange disse sobre Newton em uma ocasião similar: “Tais acidentes apenas ocorrem com pessoas que os merecem”

(Hansteen para Faraday, 30 de dezembro de 1847, em Martins (1999))

O experimento de Ørsted

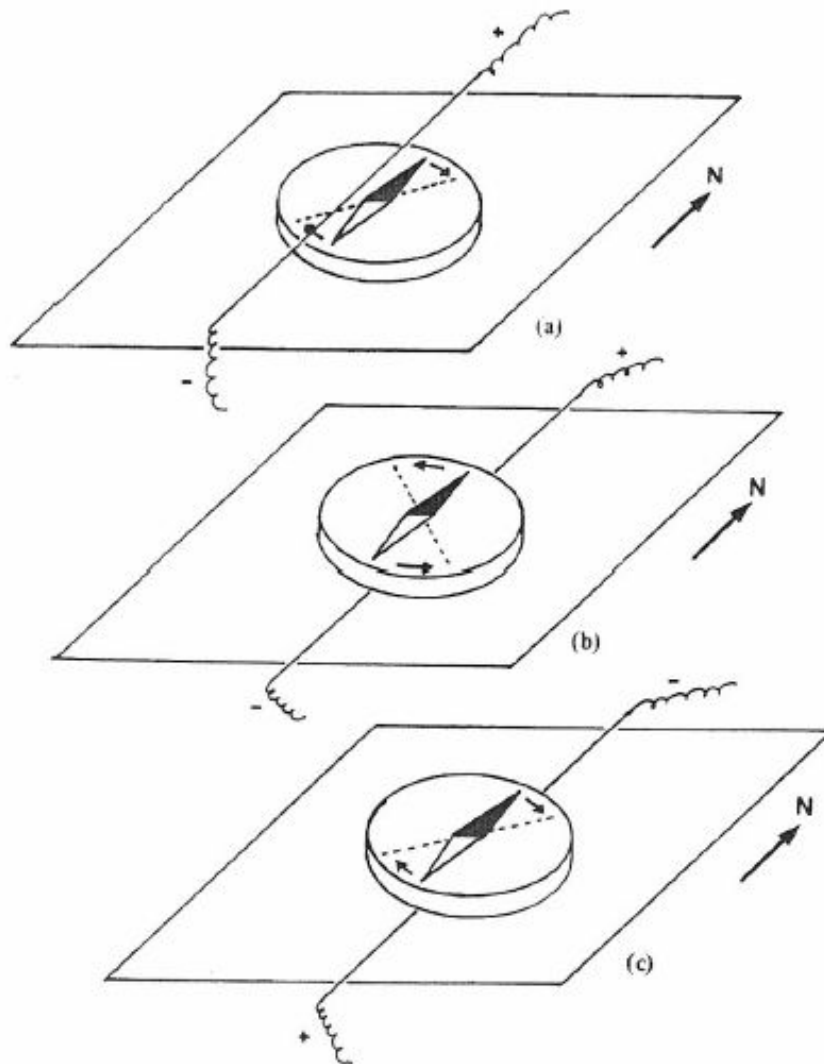


Figura 1. Colocando-se o fio condutor paralelo à agulha magnética, esta girava em sentidos opostos, conforme o fio estivesse acima (a) ou abaixo (b) da bússola. O sentido da rotação também se invertia quando o sentido da corrente elétrica era alterado (c).

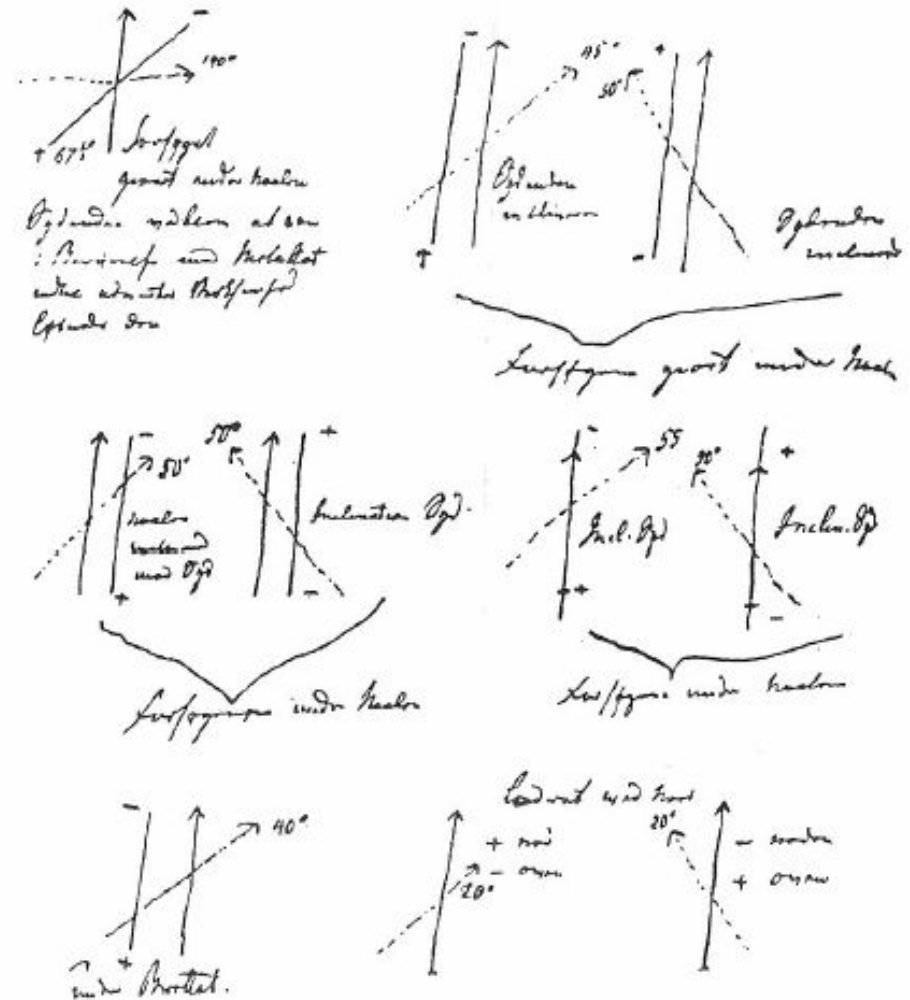


Figura 2. Esboços de Ørsted relativos a seus experimentos de 1820 (extraídos de FRANKSEN, Ørsted, capa). Os diagramas mostram variações da experiência, em que o fio era colocado acima ou abaixo da bússola, paralelo à agulha ou oblíquo, com a corrente em um sentido ou em outro. As setas representam a agulha (a linha tracejada indica a posição da agulha magnética quando o fio está sendo percorrido pela corrente elétrica).

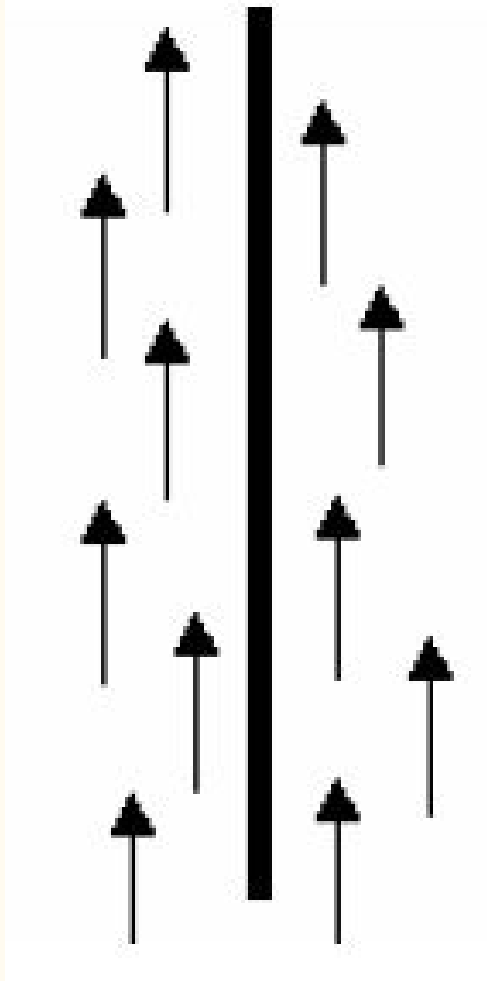
- 1) Ørsted não usou uma bateria forte em seu experimento preliminar;
- 2) A agulha magnética não apresentou um movimento forte (“quase em ângulos retos com o meridiano magnético”): ela apresentou um fraco movimento no lugar disso;
- 3) Em seus experimentos iniciais Ørsted não encontrou a regularidade descrita por Hansteen (quando a direção da corrente foi invertida, a agulha desviou no sentido contrário): o movimento observado era irregular;
- 4) As notas de Ørsted não descrevem a posição do fio condutor; não é evidente que ele estava paralelo com a agulha magnética;
- 5) Seja qual for a direção utilizada por Ørsted, não foi uma escolha arbitrária – foi o resultado da mudança de atitude de Ørsted quando ele se convenceu que o efeito magnético poderia não ser paralelo ao fio;
- 6) Apenas em julho de 1820 Ørsted chegou ao conceito de um efeito magnético rotativo em volta do fio.

(Martins, 1999, p. 173, tradução nossa)

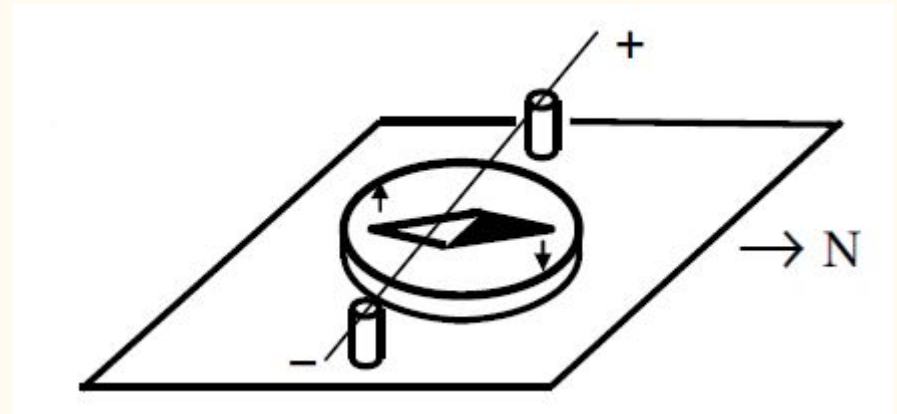
Concepções acerca do efeito magnético

- Um campo rotativo era um conceito difícil de se imaginar na época devido não só, mas também, à quebra de simetria envolvida nessa concepção;
- Hipóteses iniciais levantadas por Ørsted:
 - Efeito magnético paralelo ao fio;
 - Efeito magnético radialmente saindo do fio.

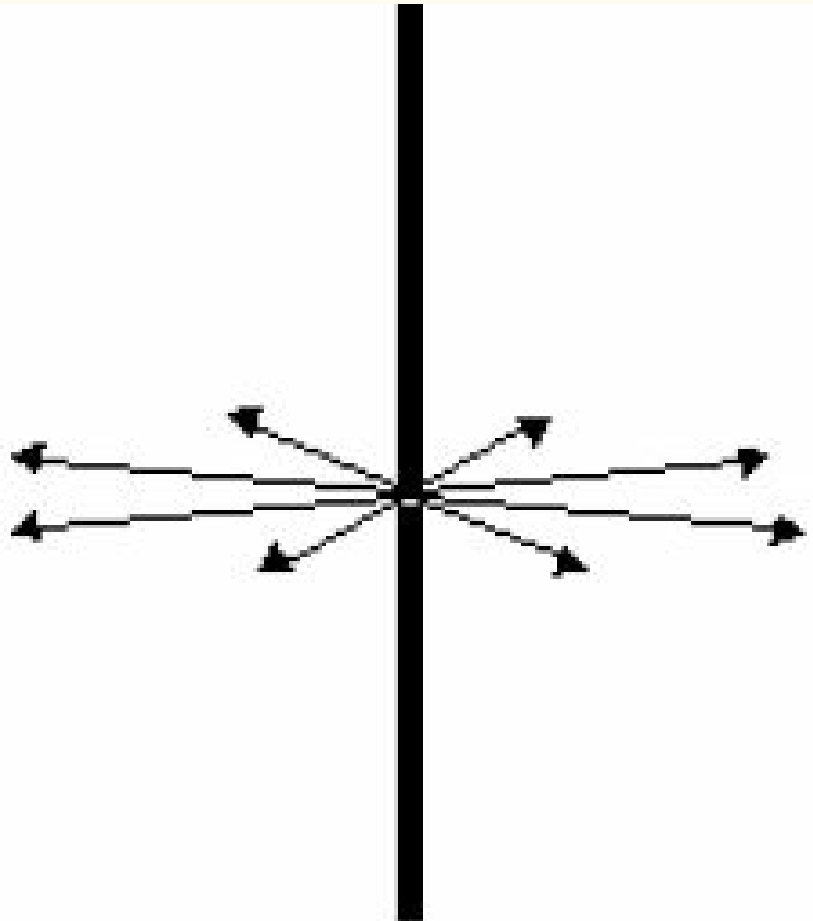
Primeira hipótese



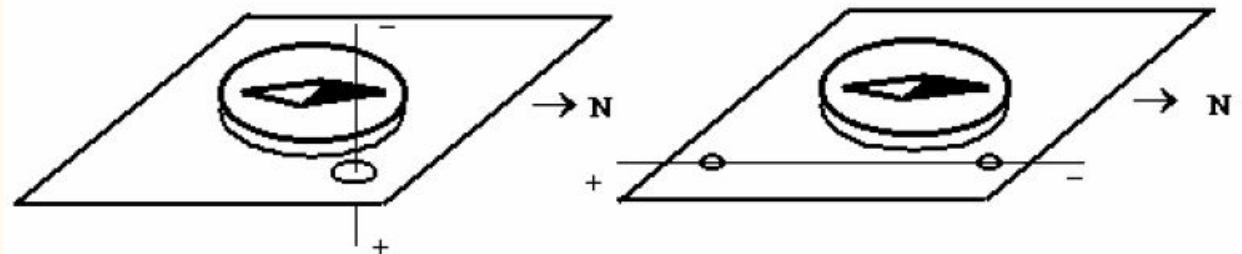
- Analogia mais natural: no circuito fechado o fio se tornaria um ímã;
- Para observar o efeito magnético nesse sentido, a bússola deveria estar em posição perpendicular ao fio condutor.



Segunda hipótese



“Como os efeitos luminosos e de calor da corrente elétrica, sai em todas as direções do condutor, que transmite uma grande quantidade de eletricidade; então ele pensou que é possível que o efeito magnético poderia semelhantemente irradiar. As observações acima registradas, sobre os efeitos magnéticos produzidos pelo relâmpago, em agulhas de aço não imediatamente atingidas, confirmaram-no em sua opinião” (Ørsted *apud* Martins, 1999, p. 177, tradução nossa)



Simetria e efeito magnético

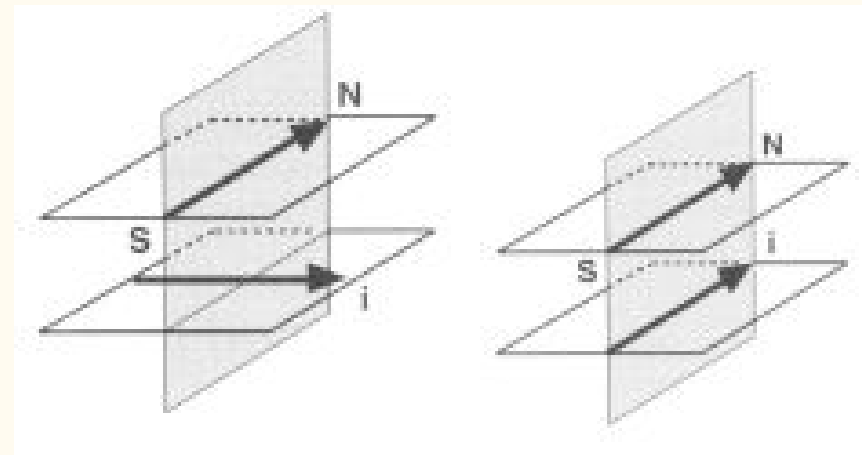
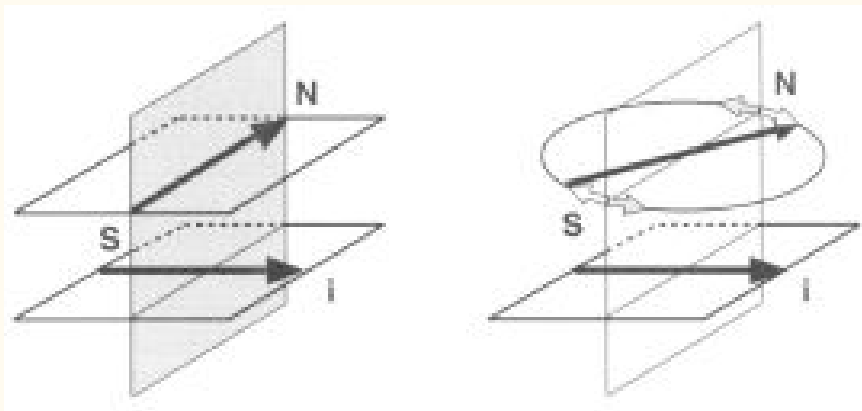
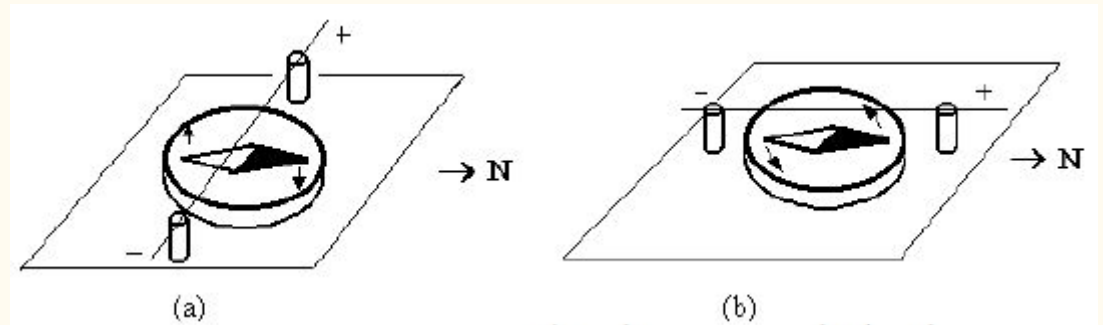
- O fenômeno quebra a simetria do experimento, e era muito complicado compreender o porquê disso na época;
- Nenhum fenômeno similar era conhecido até a descoberta de Ørsted;
- Já se imaginava que correntes elétricas produziriam efeitos magnéticos, mas o que foi novo é justamente a natureza da força magnética.

“Uma força circular era ao mesmo tempo imprevista e inexplicável. A primeira força ‘distorcida’ na história da mecânica ameaçava perturbar toda a estrutura da ciência newtoniana. Qualquer teoria do eletromagnetismo teria que de alguma forma enfrentar esse fenômeno peculiar e ou reduzi-lo à ação resultante de forças centrais ou criar uma nova mecânica na qual forças circulares teriam um papel permitido”

(Williams *apud* Martins, 1999, p. 182, tradução nossa)

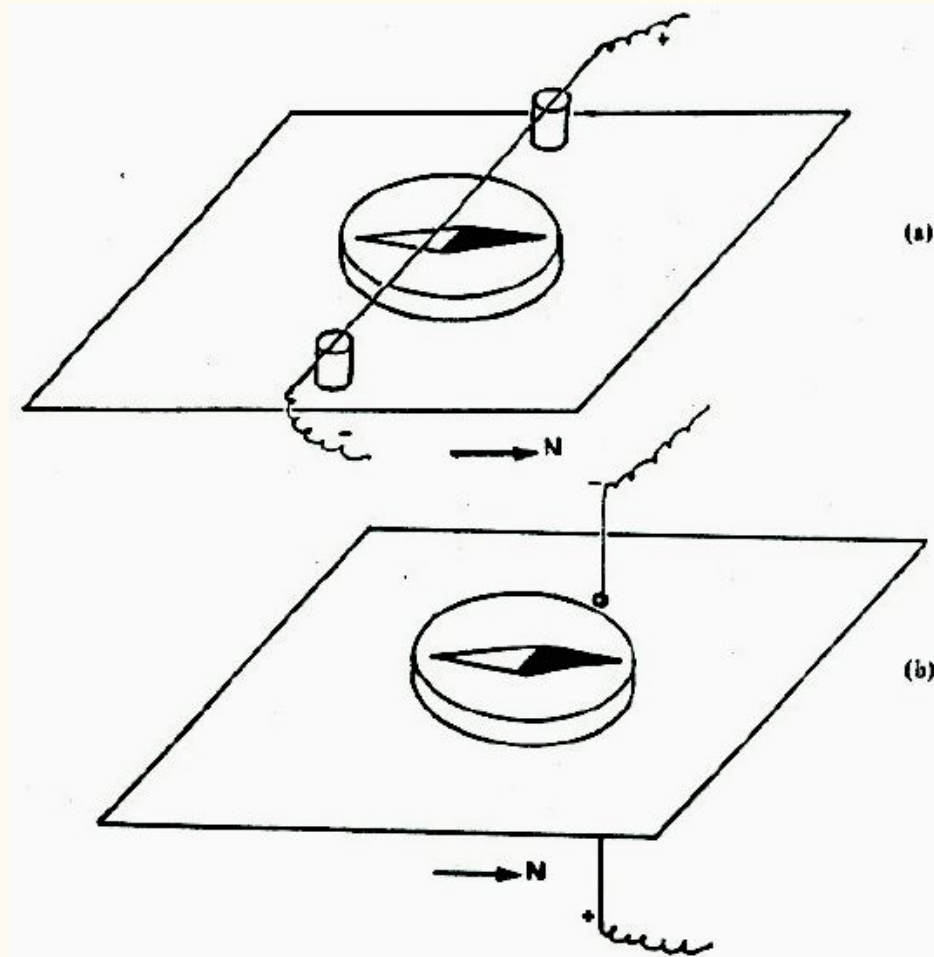
Interpretação atual de Simetria da Experiência de Oersted (tomando os campos como mesmo tipo)

- a) Configuração antisimétrica
- b) Configuração simétrica



Configuração antisimétrica

- a) Fio perpendicular à bússola
- b) Fio próximo ao um dos polos da bússola



Referências Bibliográficas

MARTINS, R. A. Ørsted e a descoberta do eletromagnetismo. **Cadernos de História e Filosofia da ciência** 10: 89-114, 1986.

_____.: Resistance to the Discovery of Electromagnetism: Ørsted and the Symmetry of the Magnetic Field. pp 165-185. 1999.

WISE, M. Norton. Electromagnetic theory in the nineteenth century. In: OLBY, R. C. et al. (Ed.): Companion to the History of Modern Science. London and New York: Routledge, 1990.

PESSOA JR. Osvaldo Pessoa.: O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: FREIRE JR. Olival; PESSOA JR. Osvaldo Pessoa; BROMBERG, Joan Lisa (Orgs).: **Teoria Quântica: estudos históricos e implicações culturais**. Campina Grande: EDUEPB/ Livraria da Física, 2011.

SILVA, C. C. (ed.) Pierre Curie e a simetria das grandezas eletromagnéticas. In: **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, no prelo.