

# A História da Indução Eletromagnética como Recurso Didático

Albino Rafael Pinto<sup>1</sup>, Carlos Saraiva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agrupamento de Escolas da Lixa, Felgueiras; albinorafaelpinto@gmail.com

<sup>2</sup> Agrupamento de Escolas de Trancoso; carlos.saraiva1@gmail.com

## Resumo

Neste artigo, são recriadas experiências históricas de indução eletromagnética, feitas com material muito simples, e que podem servir como recurso didático para os professores explorarem na sala de aula. São também sugeridas algumas atividades que podem ser desenvolvidas com os alunos.

## Introdução

A atração entre um íman e um objeto de ferro ou aço é um fenómeno bem conhecido do dia a dia. No entanto, se o objeto for, por exemplo, de alumínio ou cobre não é tão evidente essa interação e muitas vezes não é perceptível. Em 1824, Arago descobriu que é possível haver uma interação entre um íman e objetos de cobre desde que haja movimento relativo entre eles! Esse novo fenómeno totalmente inesperado, descoberto de maneira fortuita, intrigou diversos cientistas e permaneceu sem uma explicação durante vários anos.

A história da ciência pode ajudar a fomentar a aprendizagem de conhecimentos científicos e contribuir para desenvolver o interesse dos alunos por esta área. As estratégias usadas poderão ser: a análise de artigos originais, o uso de biografias e a realização de experiências históricas. A história da ciência permite que os alunos compreendam que o conhecimento científico não é estático e que as teorias são substituídas por outras que melhor explicam os fenómenos.

Neste artigo, são apresentadas experiências que tiveram um papel importante na história da indução eletromagnética e, usando material muito acessível, são propostas recriações dessas experiências originais.

## Material necessário

Lápis, plasticina, forma de alumínio (usadas em culinária como bases para bolos) e um íman de neodímio-ferro-boro.

## Experiência de Babbage e Herschel

Em 1824, Dominique Arago (1786-1853), físico francês, observou um fenómeno que, na altura, era designado por “magnetismo de rotação” ou “magnetismo por movimento”. No trabalho publicado nos “Annales de Chimie et Physique”, este físico descreve a experiência realizada. Arago imprimiu movimento de rotação a um disco de cobre e verificou a rotação de uma agulha magnética que estava colocada próxima do disco.

Esta experiência foi repetida por Charles Babbage (1791-1871) e Jonh Herschel (1792-1871) que verificaram também o efeito inverso. Estes cientistas descrevem que ao rodar um íman por baixo de um disco de cobre, que estava suspenso num suporte vertical, o íman provocava a rotação do disco.

Para recriar esta experiência, usámos um pedaço de plasticina para fixar o lápis na posição vertical, com o bico bem afiado e voltado para cima. Colocámos a forma, por cima do bico, centrada de modo que possa rodar no plano horizontal. Depois, rodámos um íman no plano horizontal por cima da forma (Fig. 1).

Ao movimentar o íman, segundo o princípio da indução eletromagnética (lei de Faraday), induz-se uma corrente na forma. Por sua vez, de acordo com a lei de Lenz, a corrente induzida na forma gera um campo magnético que tende a opor-se à variação do fluxo produzido pelo campo magnético do íman. Assim, a forma vai girar no sentido do movimento do íman. Na figura 2, pode ver-se uma ilustração, retirada do livro “Traité Élémentaire de Physique”, que se refere a esta experiência.

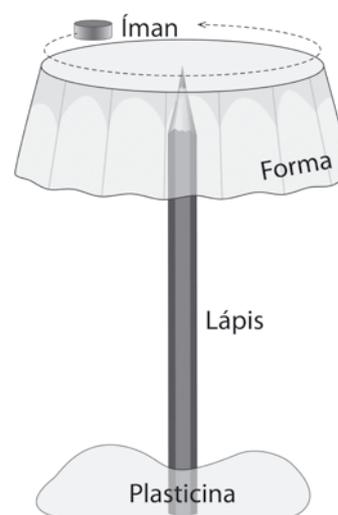


Figura 1 - Movimento da forma.

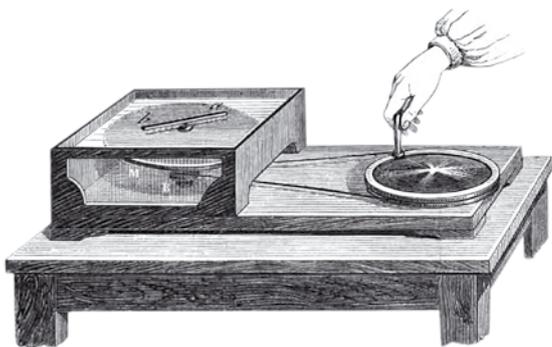


Figura 2 - Experiência de Arago (*Traité Élémentaire de Physique* de A. Ganot).

### Experiência de Foucault

No ano de 1855, Léon Foucault (1819-1868) descobre que massas metálicas sujeitas a um campo magnético podem dar origem à dissipação de calor. Nesta experiência, Foucault colocou um disco de cobre a rodar entre os polos de um eletroímã. Quando o eletroímã estava desligado, o disco rodava praticamente sem atrito. Ao ligar o eletroímã eram induzidas correntes no disco de cobre que o travavam. Rodando uma manivela, para movimentar o disco, com o eletroímã ligado, as correntes induzidas davam origem à libertação de energia sob a forma de calor. Estas correntes induzidas que ocorrem em condutores metálicos são geralmente conhecidas por correntes de Foucault.

Para recriar esta experiência, montámos o mesmo dispositivo, mas agora imprimimos um ligeiro movimento de rotação à forma. Ao aproximar o ímã da forma, observa-se que esta sofre travagem. O ímã pode ser aproximado da superfície horizontal (A) ou da superfície (B) tal como mostra a figura 3. O efeito de travagem pode ser recriado, mas a dissipação de energia sob a forma de calor não pode ser observada, devido à pequena velocidade de rotação. As correntes induzidas pelo ímã na forma em movimento

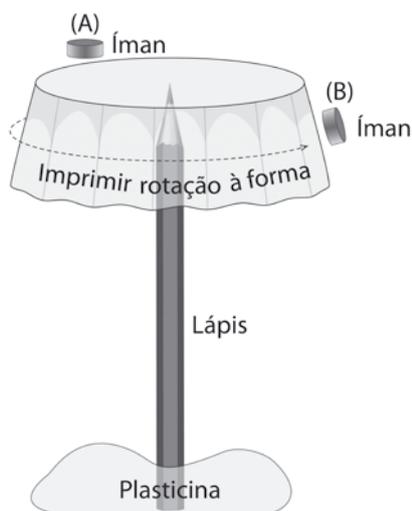


Figura 3 - Travagem da forma.

(lei de Faraday) obedecem à lei de Lenz e são responsáveis pela travagem.

Em vez do ímã, poder-se-ia usar um eletroímã, tal como foi feito na experiência original. Na figura 4, pode ver-se uma ilustração, retirada do livro “*Traité Élémentaire de Physique*”, que se refere a esta experiência.

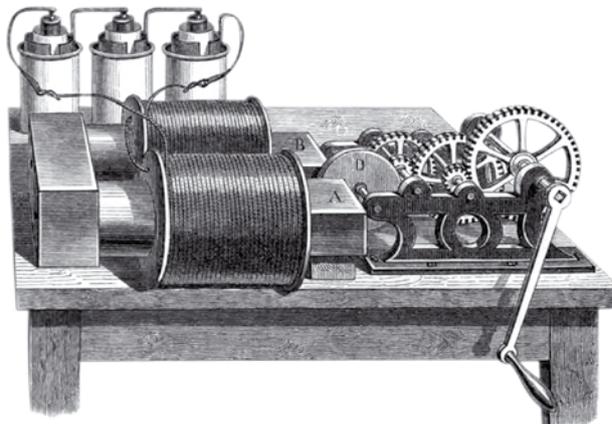


Figura 4 - Experiência de Foucault (*Traité Élémentaire de Physique* de A. Ganot).

### Sugestões de atividades

Pode-se sugerir aos alunos a pesquisa de informações sobre aplicações tecnológicas relacionadas com as experiências descritas (fogões de indução, velocímetros, motores de indução, travagem de peças metálicas, máquinas de venda e análise de peças metálicas em ensaios não destrutivos). Estas experiências podem ser usadas para o estudo da indução eletromagnética e para explicar os fenómenos observados com base nas leis de Faraday e de Lenz.

### Conclusões

Há excelentes demonstrações das correntes induzidas em massas metálicas onde são aplicadas as leis de Faraday e de Lenz. Além da riqueza pedagógica das experiências apresentadas, estas são fáceis de realizar, de custo praticamente nulo e podem ser manuseadas pelos alunos. Permitem, também, que eles façam a ponte entre a teoria estudada na sala de aula e as suas aplicações práticas, tornando, deste modo, o ensino menos abstrato e mais motivador.

Além disso, este artigo visa divulgar um fenómeno, na altura designado por “Magnetismo de rotação”, que intrigou os cientistas da época e que permaneceu sem explicação durante vários anos. Em 1831, Faraday explicou o fenómeno da indução eletromagnética. Pensamos que deste modo se dá uma ideia mais correta aos alunos da metodologia da ciência, ao reconhecerem que a indução eletromagnética se deve ao contributo de vários cientistas e que as teorias e os conceitos tiveram que ser construídos.

Fizemos um vídeo com as experiências recriadas que pode ser consultado no youtube no endereço <https://youtu.be/hChCRLypzqE>

## Bibliografia

- [1] Babbage, C. e Herschel, J., *Account of the repetition of M. Arago's experiments on the magnetism manifested by various substances during the act of rotation. Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, v. 115, p. 467-497, June, 1825.
- [2] Faraday, M., *Experimental Researches in Electricity. Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, v. 122, p. 125-162, 1832.
- [3] Foucault, M. L., *De la chaleur produite par l'influence de l'aimant sur les corps en mouvement, Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris, v. 41, p. 450-452, 1855.
- [4] A. Ganot, *Traité Élémentaire de Physique*, páginas 823 e 863, Paris, 1871.
- [5] Arago F. *Annales de Chimie et de Physique*, Vol. 27, p. 363 (1824); Vol. 28, pp. 325-326 (1825) e Vol. 32, pp. 213-223 (1826).
- [6] *Annales de Chimie et de Physique*, Vol. 27, p. 363 (1824); Vol. 28, pp. 325-326 (1825) e Vol. 32, pp. 213-223 (1826).
- [7] Dias de Deus, J. *et al. Introdução à Física*, 2.<sup>a</sup> Edição, McGraw-Hill, Lisboa, 2000.
- [8] Carlos Saraiva, Isabel Malaquias e Manuel Almeida Valente, "O eletromagnetismo nos manuais de física liceais entre 1855 e 1974", *Gazeta de Física*, Fascículo 2, pp. 36-42, julho, 2007.
- [9] Carlos Saraiva, Demonstrating lenz's law with recycled materials, *The Physics Teacher*, Vol. 44, Nº 3, pp. 182-183, March 2006.

Vídeo com as experiências recriadas: <https://youtu.be/hChCR-LypzqE>



Albino Rafael Mesquita Pinto, é professor no Agrupamento de Escolas da Lixa, Felgueiras, Licenciado em Física pela Universidade da Beira Interior e Mestre em Física pela Universidade do Minho. Desenvolve simulações utilizando ferramentas computacionais de acesso gratuito. É autor do blog: <http://fisicanalixa.blogspot.com/>



Carlos Alberto Alexandre Saraiva, é Licenciado em Física pela Universidade de Coimbra, Mestre em Ensino de Física e Química pela Universidade de Aveiro e professor no Agrupamento de Escolas de Trancoso.

Os autores deste artigo são coautores de vários artigos publicados na *Gazeta de Física*, de simulações e recursos digitais premiados pela Casa das Ciências. São embaixadores em Portugal da aplicação *phyphox* que é uma referência mundial.