

MOTOR ELÉTRICO DE FARADAY – UM MARCO NO DESENVOLVIMENTO DA FÍSICA E UM EXPERIMENTO PARA REMONTAR EM SALA DE AULA

EMERSON AVELINO MEDEIROS* LARA FERNANDES DOS SANTOS†

Universidade Federal de Santa Catarina, CEP 89036-256, Blumenau/SC, Brasil

Resumo

Este artigo tem por objetivo apresentar um roteiro de elaboração de aparato experimental, que possa ser utilizado nas aulas de Física do Ensino Médio, para reproduzir uma das versões do experimento criado por Michael Faraday (1791-1867) em setembro de 1821. Experimento este que foi capaz de produzir um movimento contínuo devido à ação de uma corrente elétrica, caracterizando assim, o primeiro motor elétrico contínuo construído. O aparato experimental descrito nesse artigo e os aspectos históricos envolvidos a respeito do motor elétrico de Faraday foram apresentados para a comunidade em geral e para estudantes de Ensino Fundamental, Ensino Médio e estudantes acadêmicos, presentes no III Física de Portas Abertas¹ que aconteceu nos dias 4 e 5 de novembro de 2016, na cidade de Blumenau–SC, Brasil. A apresentação despertou interesse dos visitantes em relação à história da Física e surpresa em relação à origem do motor elétrico.

Palavras-chave: História da Física. Eletromagnetismo. Motor elétrico. Experimento.

*emer.medeiros@gmail.com

†lara.fernandes@ufsc.br

¹O Física de Portas Abertas é um evento de iniciativa dos professores de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que tem por objetivo apresentar à comunidade acadêmica, alunos de escolas de Blumenau e comunidade em geral, diversas atividades experimentais relacionadas à Física.

Abstract

This paper presents the development of an experimental setup that may be used in High School Physics classes to reproduce one of versions of Michael Faraday's (1791-1867) experiment, created in September 1821. This experiment was able to produce a continuous movement due to the action of an electric current, characterizing the first continuous electric motor ever built. The experimental apparatus and the historical aspects involved in the Faraday's electric motor were presented to the general community, elementary, high school and undergraduate students who attended the III Física de Portas Abertas, held on 4th and 5th November in Blumenau-SC, Brazil. The presentation aroused interest from visitors regarding the History of Physics and surprise about the origin of the electric motor.

Keywords: Physics' history. Electromagnetism. Electric motor. Experiment.

1 Introdução

Segundo Libâneo (LIBÂNEO, 1994), a atividade de ensinar, na educação brasileira, é vista comumente como transmissão da matéria aos alunos, realização de exercícios repetitivos, memorização e definições de fórmulas e conceitos. Esse modo de lecionar dá ao estudante a ideia de que o conhecimento sobre determinado conceito surgiu pronto, com uma equação como objetivo e, foi e continua sendo imutável. O uso de atividades para contextualização histórica da Física vem na contramão dessa situação, de maneira a tentar reverter esse quadro. Segundo Roberto de Andrade Martins (MARTINS, 2006):

A história da ciência não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas. O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, mas, sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade. Essa humanização quebra o paradigma de que a ciência é algo atemporal, que surge de forma mágica e que está à parte de outras atividades humanas.

Tendo em vista a importância da história por trás da Física, esse artigo traz um roteiro para a construção de um aparato experimental que reproduz um dos marcos no seu desenvolvimento: o primeiro motor elétrico. O dispositivo (Figura 1), que foi construído com o objetivo de remontar a situação histórica em que foi inventado o motor de Faraday, foi apresentado como parte integrante do III Física de Portas Abertas para o público-alvo – estudantes – e para a comunidade em geral, nos dias 4 e 5 de novembro de 2016 em Blumenau–SC, Brasil.

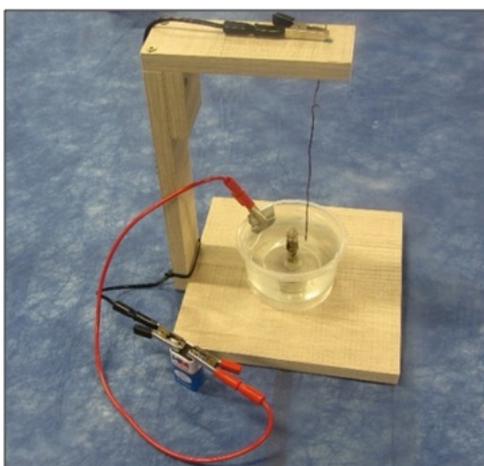


Figura 1: *Aparato experimental apresentado no III Física de Portas Abertas.*

2 Contextualização Histórica

Fenômenos elétricos e magnéticos têm fascinado a humanidade desde a Grécia Antiga. No século 7 a.C., Tales de Mileto relatou alguns de seus experimentos com o âmbar (resina fossilizada de árvores) que, ao ser friccionado, adquire a propriedade de atrair objetos leves. Os gregos, que repugnavam a ideia de ação à distância, propuseram a existência de uma entidade interveniente e não observável, chamada “eflúvio”.

O “eflúvio” era imaginado como uma aura, que envolvia o âmbar e interagia com outros objetos. No entanto, os estudos sistemáticos de magnetismo e eletricidade foram realizados apenas cerca de mil anos depois, no século XVII, por William Gilbert. Apesar de inúmeros estudos, a eletricidade e o magnetismo ainda eram vistos como fenômenos separados. As primeiras evidências da relação entre eletricidade e magnetismo ocorreram apenas no século seguinte, quando um artigo publicado no *Filosofical Transaction*, em 1735, relatou a magnetização de facas e garfos após a queda de um raio na caixa onde eles estavam contidos.

A descoberta do eletromagnetismo, no entanto, é creditada ao cientista dinamarquês Christian Oersted. Ele notou que, ao ligar uma bateria conectada a um fio, a agulha de uma bússola que estava próxima era defletida perpendicularmente a este fio (AL-KHALILI, 2015). Oersted observou que este efeito ocorria também quando a bateria era desligada, mostrando que havia uma relação entre variações na corrente elétrica e magnetismo. Embora o movimento da agulha fosse evidente, Oersted teve dificuldades em determinar a direção do campo magnético, sendo impelido a aumentar este efeito através do aumento da corrente elétrica. Após diversas séries de experimentos, Oersted chegou à conclusão de que o efeito magnético das correntes possui um movimento circular em torno do fio (OERSTED, 1820). Ele chamou sua descoberta de “Lei Fundamental do Eletromagnetismo” e anunciou seus resultados em julho de 1820. O físico francês Dominique Arago, então presidente do Instituto Nacional (antiga Academia Francesa de Ciências), soube das descobertas de Oersted e realizou experimentos similares. Ele trocou a agulha magnética por uma agulha de ferro e observou então, que a corrente que percorre um fio atrai a agulha

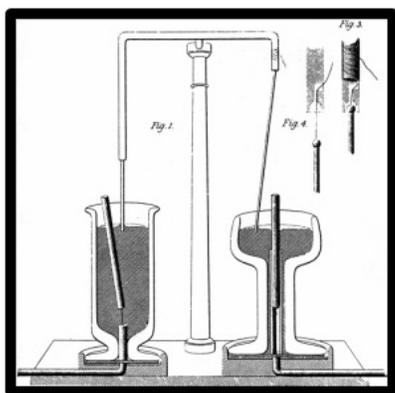


Figura 2: *Desenho esquemático do Motor de Faraday.*
 Fonte: Faraday, 1844, p.311. Apud: Silva, Cad. Bras. Ens. Fis., v. 26, n.3, 2009, p.481.

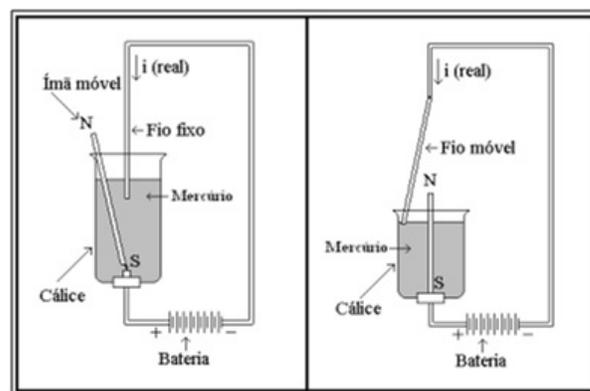


Figura 3: – *Detalhamento do esquema das duas versões do Motor de Faraday (com ímã móvel e com fio móvel).*

da mesma maneira que um ímã. Por conseguinte, ele concluiu que as forças magnéticas geradas por correntes elétricas não são diferentes daquelas de ímãs comuns. Arago anunciou seus resultados em um encontro do Instituto, em setembro de 1820. Neste encontro, estava presente o físico e matemático francês André-Marie Ampère. Este ficou tão impressionado com os resultados que realizou experimentos que finalmente elucidaram a natureza do fenômeno e a lei que o governa (VARVOGLIS, 2014).

Um dos grandes problemas encontrados em explicar as correntes circulares foi a sua quebra de simetria. Acredita-se (ALTMANN, 1992) que o próprio Oersted esperava que o campo magnético fosse paralelo ao fio, uma vez que era impossível antecipar que o campo magnético fosse girar em torno da corrente elétrica.

Michael Faraday, físico e químico inglês, também ficou impressionado com os resultados de Oersted e passou a realizar experimentos vislumbrando a transformação de energia elétrica em movimento. Faraday encheu com mercúrio – um metal condutor – duas taças especialmente desenhadas, de modo a ter um fio elétrico saindo do seu fundo. Em uma delas, a primeira versão, deixou um ímã frouxo preso somente no fundo e um fio fixo em cima. Na outra, segunda versão, fixou um ímã verticalmente no fundo da taça e o fio acima era móvel (Figuras 2 e 3). Na primeira taça, quando um fio elétrico preso acima da taça tocava o mercúrio, fechando o circuito com uma bateria, o ímã girava em torno desse fio central. Na outra taça, o fio móvel se punha a girar em volta do ímã fixo. Faraday demonstrou, assim, que era possível produzir um movimento contínuo devido à ação de uma corrente elétrica. Este experimento ficou conhecido como o motor de Faraday.

3 O Aparato Experimental

O experimento de Faraday pode ser reproduzido de uma maneira similar para se ensinar a história da criação do primeiro motor elétrico. Torna-se mais simples executar a versão em que o ímã está fixo na base e um fio condutor acima gira ao redor. Para a construção dessa versão do experimento foram utilizados os materiais listados na Figura 4.

Se for feito um suporte de madeira para o fio condutor, faça um pequeno furo conforme a Figura 5,

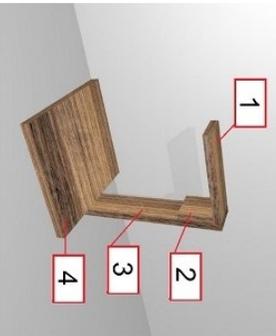
<p>Um suporte para o fio condutor.</p> <p>Nesse caso, foi utilizado um suporte de madeira MDF, cujas medidas das partes estão especificadas abaixo, conforme figura ao lado.</p> <p>Peça n°1 – 150x50x15 mm Peça n°2 – 60x50x15 mm Peça n°3 – 250x50x15 mm Peça n°4 – 200x50x15 mm</p>		<p>Um ímã ou um conjunto de ímãs em forma de cilindro, com pelo menos 10 cm de altura.</p>	
<p>Um recipiente transparente de tamanho médio, com água até a borda. Nesse caso, foi utilizado um pote vazio de doce de leite, de 200 g.</p>		<p>Uma bateria 9 V.</p>	
<p>1 colher de sopa de sal de cozinha.</p>		<p>2 cabos de 20 cm para conexão entre a bateria e os terminais do experimento. Nesse caso, foram utilizadas garras jacaré para facilitar a conexão e dar um melhor acabamento, mas na falta delas, pode-se utilizar fita isolante.</p>	
<p>25 cm de fio de cobre esmaltado 0,17 mm.</p>		<p>Uma chapinha de alumínio de 25x40 mm.</p>	

Figura 4: Lista de Materiais.

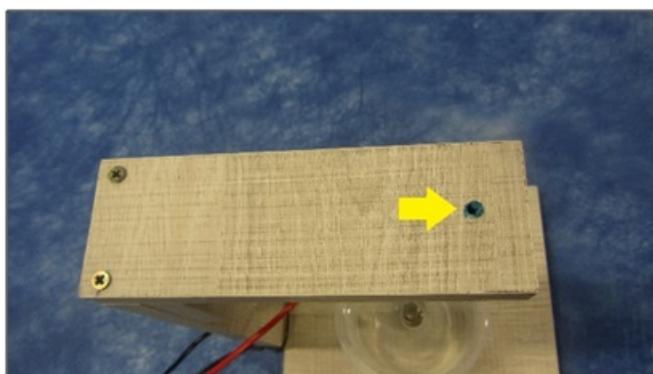
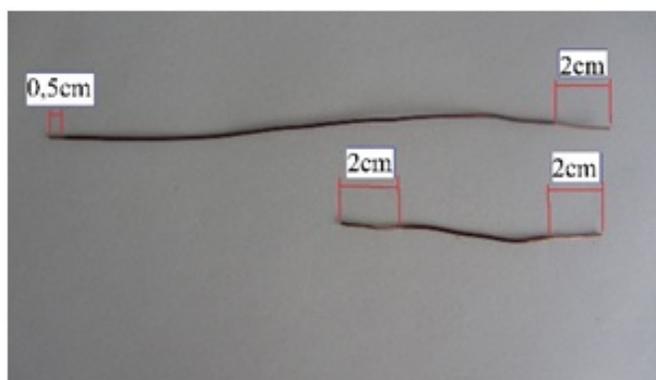


Figura 5: *Furo do suporte para o fio condutor.*

para a passagem do fio.

Em seguida, corte um pedaço de fio de cobre de 17 cm e um pedaço de 8 cm. Utilizando um estilete ou uma lixa, retire o esmalte isolante das duas pontas de cada pedaço, conforme medidas na Figura 6a, e dobre formando ganchos (Figura 6b).



(a) *Fios com esmalte raspado.*



(b) *Fios em formato de gancho.*

Figura 6: *Preparo dos fios.*

Misture bem, no pote transparente, a água com uma colher de sopa de sal de cozinha e coloque os ímãs no centro do pote. Coloque a chapinha de alumínio dobrada na borda do recipiente de forma que ela fique em contato com a água salgada (Figura 7). Para o ímã não cair, pode-se colocar uma moeda abaixo dele, embaixo do pote.

Coloque o gancho menor pelo furo feito no suporte e prenda-o na parte de cima com uma das pontas do cabo para conexão. A outra ponta conecte em um dos terminais da bateria. Engate os dois ganchos de modo que o fio de cobre maior toque a água e que não ultrapasse a metade da altura do ímã. E para finalizar, conecte uma das pontas do outro cabo de conexão na chapinha de alumínio e a outra ponta na bateria. O fio deverá começar a girar em volta do ímã.

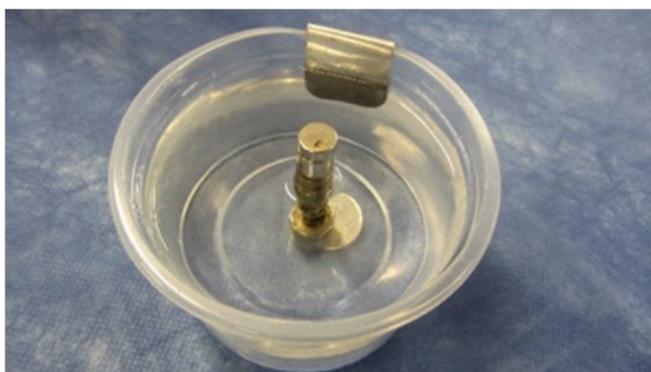


Figura 7: *Preparação do pote com imã.*

4 Fundamentação Teórica

Ao fechar o circuito, uma corrente elétrica fluirá de um polo para outro da bateria passando antes pelo líquido condutor e pelo fio que está pendurado. HALLIDAY, RESNICK, WALKER (FARADAY, 1844) explica que uma corrente elétrica que percorre um fio retilíneo imerso em um campo magnético externo, faz com que haja uma força magnética perpendicular ao plano criado entre o campo magnético externo e o fio.

Um fio com corrente elétrica i que atravessa um condutor de comprimento L em um campo magnético B sofre uma força cujo módulo é dado por:

$$F = iBL \sin(\theta), \quad (1)$$

em que θ é o ângulo entre o campo magnético B e o sentido da corrente elétrica i . Para determinar a direção e o sentido dessa força, deve-se utilizar a “regra da mão direita”: utilizando a mão direita aponta-se o dedo indicador no sentido da corrente elétrica convencional e o dedo médio no sentido do campo magnético. A direção da força é aquela para a qual aponta o dedão (Figura 8).

5 Conclusão

Certamente o aparato experimental atingiu seu objetivo, pois aproximadamente 400 pessoas visitaram o evento III Física de Portas Abertas e puderam conhecer a história da criação do primeiro motor elétrico de uma maneira prática, o que torna o aprendizado muito mais significativo. Muitos alunos do Ensino Médio, ao serem questionados, disseram não ter contato com a história da Física nas aulas e então puderam ter ali uma primeira aproximação com esta.

Muitos professores de Física que visitaram o evento também se surpreenderam pois, apesar de conhecer os muitos feitos de Michael Faraday, ainda não haviam visto um experimento que reproduzisse o primeiro motor elétrico. O aparato chama a atenção também por ser algo simples e por produzir movimento. Mais de uma pessoa da comunidade fez comentários de fascínio como: “Ai que legal, funciona mesmo como um motor!”. Com certeza a recordação que se terá do experimento remeterá à importância que ele teve na

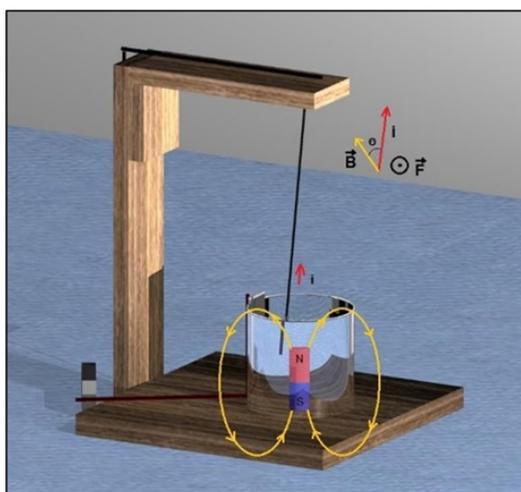


Figura 8: Orientação da Força magnética no fio.

história, constatando-se assim, o valor do experimento e a diferença que fará se for utilizado em sala de aula.

Referências

- [1] LIBÂNEO, J.C. *Didática*. São Paulo, Cortez, 1994.
- [2] MARTINS, R.A. *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino*. São Paulo, Livraria da Física, 2006.
- [3] AL-KHALILI, J. 2015 *The birth of the electric machines: a commentary on Faraday (1832) 'Experimental researches in electricity'*.Phil. Trans. R. Soc. A 373 (2015).
- [4] OERSTED, H.C. (1820), “*Experimenta Circa Effectum Conflictus Electrici in Acum Magneticam*”, Hafniae, Schultz, 1820.
- [5] VARVOGLIS, H. *History and Evolution of Concepts in Physics*, Suíça: Springer, 2014.
- [6] ALTMANN, S.L. *Icons and Symmetries*, Oxford: Clarendon Press, 1992.
- [7] FARADAY, M. *Experimental Researches in Electricity*. Richard and John Edward Taylor, London, 1844.