



# Elaboração e construção de experimentos de indução eletromagnética

## *Design and construction of electromagnetic induction experiments*

Anderson de Camargo Bortoluzzi\*, Elizandra Sehn †,

Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz‡

### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver experimentos para o ensino do eletromagnetismo que possam ser utilizados no nível médio e superior. Foram desenvolvidos cinco experimentos sendo: Oersted, placa de teste para condutores e isolantes elétricos, solenoide, bobinas e pêndulo magnético. Para sua confecção, as bases em acrílico dos experimentos foram elaboradas em desenhos em 2D no software AutoCad. Os desenhos foram utilizados para o corte na máquina a laser para posterior montagem dos conjuntos didáticos juntamente com outros materiais que se fizeram necessários. Após a confecção dos experimentos, a pesquisa teve caráter experimental para levantamento de dados e observação dos efeitos físicos nas áreas relacionadas. Os conjuntos desenvolvidos facilitam e geram imersão com o conteúdo teórico abordado. Dentre os experimentos confeccionados é possível a visualização de linhas de campo em diferentes situações, da força magnética, da indução eletromagnética e o freio eletromagnético.

**Palavras-chave:** eletromagnetismo, conjuntos didáticos, ensino de física.

### ABSTRACT

For create low-cost teaching kits to be used in places without lab infrastructure, the present work has been done with the The present work aims to develop experiments for teaching electromagnetism that can be used at high school and college level. Five experiments were developed: Oersted, test board for electrical conductors and insulators, solenoid, coils and magnetic pendulum. For its manufacture, the acrylic bases of the experiments were elaborated in 2D drawings in the AutoCad software. The drawings were used for cutting on the laser machine for subsequent assembly of the teaching sets together with other materials that were necessary. After building the kits, the research had an experimental character for data collection and observation of the physical effects in the related areas. The kits facilitate and generate immersion with the theoretical content covered. In the confectioned experiments is possible to see the electromagnetic field-lines, the force, induction, and electromagnetic brake.

**Keywords:** electromagnetism, teaching kits, physics education.

## 1 INTRODUÇÃO

A compreensão do Eletromagnetismo é de suma importância para o aluno, uma vez que este fenômeno pode ser observado em diversos equipamentos e aparelhos tecnológicos presentes em nosso cotidiano, como: celulares, rádios, televisores, computadores, motores, geradores de energia elétrica, entre outros.

Pode-se destacar que os conteúdos de Eletromagnetismo estão entre os conceitos que apresentam maior dificuldade de aprendizagem, com relação aos demais conteúdos de Física. Estas dificuldades geralmente estão

\* Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil; [andersondc98@outlook.com](mailto:andersondc98@outlook.com)

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira; [elizandra@utfpr.edu.br](mailto:elizandra@utfpr.edu.br)

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil; [gustavov@utfpr.edu.br](mailto:gustavov@utfpr.edu.br)



associadas a compreensão que o aluno tem sobre o campo eletromagnético, pois o mesmo não é visível e assim o aluno tem dificuldade em formular o seu entendimento científico, além das formulações matemáticas que descrevem os fenômenos relacionados ao Eletromagnetismo são de difícil compreensão (Santos, 2016).

Rocha (2002), apud Paz (2007), destaca quatro efeitos que dão significado ao ensino de física e fazem parte de uma ordem cronológica de descobertas. São eles: o efeito magnético da corrente elétrica; o efeito da força sobre um fio condutor; a indução eletromagnética (produção de corrente elétrica em um circuito) e as ondas eletromagnéticas.

Neste contexto, o uso de experimentos no qual o aluno consiga observar o fenômeno de campo magnético, força magnética e indução eletromagnética podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de conteúdo do Eletromagnetismo.

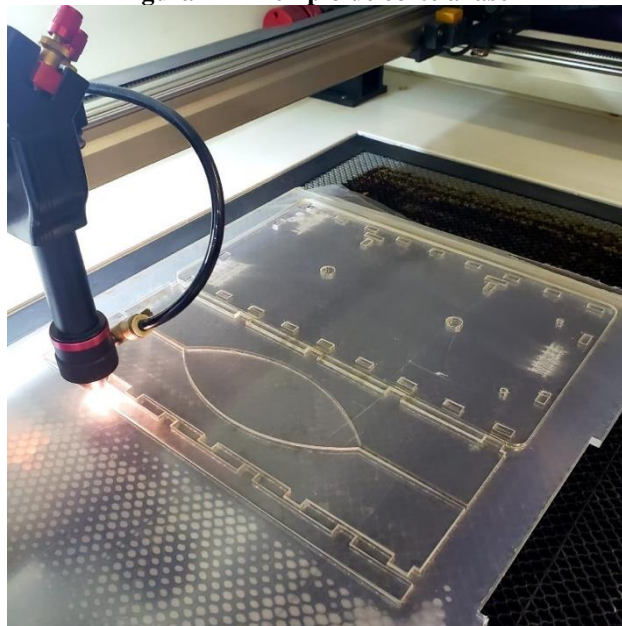
O ensino da física e ciências naturais, segundo Costa e Barros (2018), sofre influência com a ausência de laboratórios, formação descontextualizada, indisponibilidade de tecnologias e desvalorização da carreira docente.

Dadas as dificuldades e os problemas abordados, por que não desenvolver kits didáticos para o ensino da física voltado a área do eletromagnetismo? Com objetivo de ampliar os métodos de ensino, ainda pouco utilizados, a construção de experimentos didáticos de baixo custo visa demonstrar conceitos na prática.

## 2 MÉTODO

Visando criar os kits didáticos, estes foram desenvolvidos no laboratório de física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira. Sua montagem se deu com o uso de uma máquina de corte e gravação a laser, a qual a partir das vistas desenhadas no software AutoCad permite o corte dos objetos para a montagem juntamente com outros materiais necessários, como exemplo de corte na Fig. 1.

**Figura 1 – Exemplo de corte a laser**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

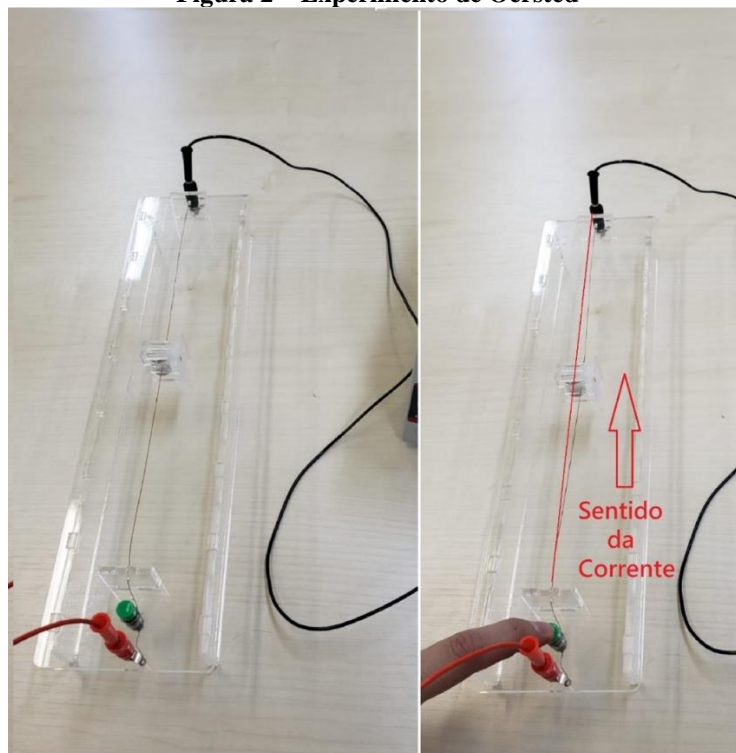
### 3 RESULTADOS

A intensidade da força magnética aplicada sobre um fio retilíneo percorrido por uma corrente elétrica é descrita pela Eq. (1).

$$F_B = iLB \sin(\varphi) \quad (1)$$

Aplicada a regra da mão direita a Fig. 2 onde o sentido da corrente é indicado pela seta e orientação do campo de baixo para cima a orientação da força pode ser verificada.

**Figura 2 – Experimento de Oersted**



Fonte: Autoria Própria (2021).

#### 3.2 Condutores e isolantes elétricos

A capacidade de certos materiais em relação ao desprendimento ou passagem de elétrons os denomina como isolantes ou condutores elétricos e sua resistência pode ser descrita pelas Eq.s (2) e (3).

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

Para que seja visível qual material é ou não condutor, uma lâmpada ligada aos materiais e a fonte é acesa quando os terminais dos cabos são encostados nos objetos, de acordo com a Fig. 3.



**Figura 3 – Experimento Condutores e isolantes elétricos**



Fonte: Autoria própria (2021).

### 3.3 Campo magnético em um solenoide

A bobina helicoidal formada por espirras se dá o nome de solenoide e seu campo é a soma vetorial do campo gerado pelas espirras, cujo é descrito pela Eq. (4).

$$B = \mu_0 i \frac{N}{L} \quad (4)$$

Ao inserir uma bússola no interior do enrolamento da Fig. 4, as linhas de campo estão paralelas ao eixo e sua orientação pode ser observada tanto pela regra da mão direita como pela posição da bússola.

**Figura 4 – Solenoide**



Fonte: Autoria própria (2021).



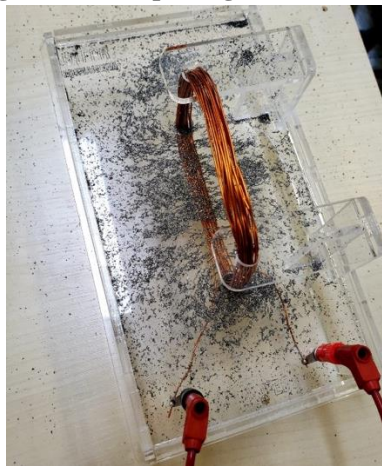
### 3.4 Campo magnético gerado por fio retilíneo

Um fio percorrido por corrente gera ao seu redor um campo com linhas de campo em formato circular de intensidade dada pela Eq. 5.

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \quad (5)$$

Ao adicionar limalha de ferro sobre o experimento desenvolvido, em conformidade com a Fig. 5, as fuligens são atraídas conforme as linhas adquirindo seu formato e permitindo a visualização.

**Figura 5 – Campo magnético na bobina**



**Fonte: A autoria própria (2021).**

### 3.5 Pendulo eletromagnético

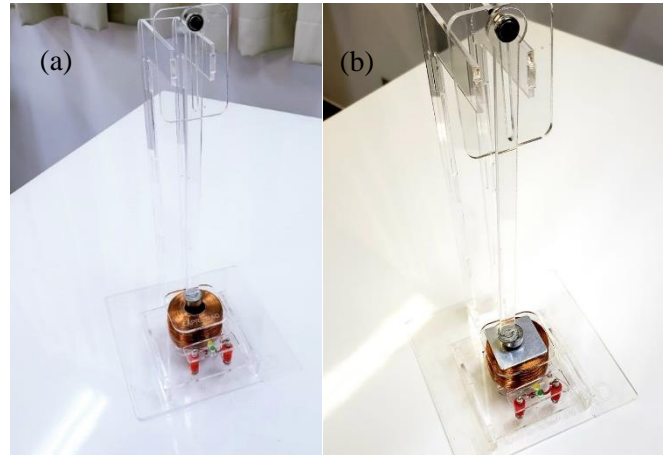
Por meio do pêndulo eletromagnético, Fig. 6 (a), mais de um fenômeno pode ser observado. Ao soltar o ímã de uma determinada altura os leds se ascendem quando o ímã se aproxima e quando se afasta da bobina. A Eq. (7) nos diz que se o fluxo variar com o tempo através de uma área limitada por uma espirra, uma corrente e uma força eletromotriz são produzidas.

$$\varepsilon = - N \frac{d\phi_B}{dt} \quad (7)$$

Inserindo uma chapa de alumínio sobre o enrolamento, conforme Fig. 6 (b), o movimento do pêndulo é freado e cessado tal que a força induzida se opõe a variação que a criou. A estrutura do pêndulo também pode ser utilizada para demonstrar a indução entre duas bobinas, onde a segunda bobina gera um campo magnético induzido em reposta ao campo oscilante da primeira bobina.



**Figura 6 – Pêndulo eletromagnético**



Fonte: Autoria própria (2021).

#### 4 CONCLUSÃO

De forma a criar experimentos de baixo custo que possam ser utilizados em sala de aula mesmo sem estrutura laboratorial, os kits didáticos foram construídos e testados de modo a verificar os conceitos a serem abordados. Como o aprendizado do eletromagnetismo não é trivial e sua visualização ainda mais complexa, os kits permitem experimentalmente examinar como se dão os eventos gerando uma imersão com o conteúdo.

Os experimentos facilitam o entendimento dos conceitos e significam um aumento nas opções de ensino, podendo ser cedidos a colégios e universidades com a confecção de mais peças ou replicados pelas instituições de ensino.

#### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Agradeço ao professor Leandro Herculano da Silva pela contribuição na realização do trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- COSTA, Luciane Gonsalves; BARROS, Marcelo Alves. **O ENSINO DA FÍSICA NO BRASIL: PROBLEMAS E DESAFIOS**. Paraná: Edurece, 2015.
- PAZ, Alfredo Müllen da, **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E INFORMATIZADAS: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2007.
- SANTOS, Sandro Aparecido Dos; TRES, Claudia. **ESTRATÉGIAS DIVERSIFICADAS NO ENSINO DO ELETROMAGNETISMO PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**. Caderno PDE, Paraná, 2016.