

ENSINO DA INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA A PARTIR DE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS DE BAIXO CUSTO

Luis Henrique Dias Braga – luisdias045@gmail.com

Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências
Campus Tapajós, Rua Vera Paz, s/nº, Salé
68035-110 – Santarém – Pará

Kelven Klain Lima Lopes – kelvenlima@live.com

Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências
Campus Tapajós, Rua Vera Paz, s/nº, Salé
68035-110 – Santarém – Pará

José Lucas Sousa Sagama – sousasagama@gmail.com

Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências
Campus Tapajós, Rua Vera Paz, s/nº, Salé
68035-110 – Santarém – Pará

Manoel Maria Bezerra Neto – manoel.bezerra@ufopa.edu.br

Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências
Campus Tapajós, Rua Vera Paz, s/nº, Salé
68035-110 – Santarém – Pará

Resumo: Atualmente, o eletromagnetismo é um ramo da Física de fundamental importância para o funcionamento de diversas tecnologias, no entanto, o seu estudo é de difícil compreensão, visto que seus conceitos são relativamente abstratos e isso prejudica o ensino-aprendizagem. Soma-se a isso, o fato de que a educação brasileira, no geral, não incentiva a experimentação científica, acarretando problemas na formação pedagógica dos estudantes, pois eles possuem dificuldades de problematizar os assuntos abordados e verificar os fenômenos físicos ao seu redor. Dessa forma, o projeto de extensão “Laboratório de Aplicações em Engenharia” da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), busca desenvolver equipamentos didáticos e de baixo custo que abordem as propriedades do eletromagnetismo, com foco na indução eletromagnética, além de despertar o interesse de novos estudantes pela Engenharia. Os equipamentos estabelecidos foram um motor de passo e uma mini-hidrelétrica, como uma metodologia capaz de promover um ensino mais significativo da indução eletromagnética e de demonstrar alguns tipos de conversão de energia para alunos do Ensino Médio. Portanto, o uso de sistemas físicos reais como recurso didático, apresenta-se como uma possibilidade para discutir a função da Engenharia, enquanto atividade de pesquisa com características próprias e implicações sociais, além de contribuir para a formação profissional e acadêmica dos discentes de Engenharia Física da UFOPA e possibilitar a oportunidade dos educandos das escolas públicas entrarem em contato mais efetivo com atividades científicas e tecnológicas.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem. Indução eletromagnética. Experimentação científica. Engenharia.

1 INTRODUÇÃO

O eletromagnetismo está presente em toda concepção de vida, sendo de fundamental importância para o funcionamento da sociedade como a entendemos hoje, visto que essa área da Física é responsável por grande parte das aplicações científicas e de engenharia, como na geração de energia e no desenvolvimento de aparelhos eletrônicos.

No entanto, o estudo de seus conceitos é relativamente abstrato, o que dificulta a sua visualização e compromete o ensino-aprendizagem. Alinhado a isso, tem-se uma educação brasileira que, no geral, não valoriza a experimentação científica, impedindo o estudante de problematizar os assuntos abordados e, assim, compreender os fenômenos ao seu redor. Isso impacta negativamente sobre o entendimento e o interesse pela engenharia.

Para Freire (1996), o aprendizado só acontece quando o aluno participa dos processos, assim a utilização da experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos, aproximando o ensino das ciências com o universo cultural dos estudantes.

Dessa forma, apresentar aos alunos possibilidades de atuação na engenharia é um passo adiante no processo de desenvolvimento da intelectualidade dos mesmos. Halliday (2007) diz que "Sim, você pode usar os conceitos básicos da física para chegar a conclusões válidas a respeito do mundo real, e é nesse entendimento do mundo real que está a diversão", logo, é necessário experimentar novas estratégias de ensino que possibilitem a oportunidade dos estudantes entrarem em contato mais efetivo com atividades científicas e tecnológicas, pois isso lhes proporcionará uma visão mais geral da natureza, contribuindo para a transformação da sua realidade.

Neste sentido, o projeto de extensão "Laboratório de Aplicações em Engenharia" da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), busca desenvolver equipamentos didáticos e de baixo custo que abordem as propriedades do eletromagnetismo, com foco na indução eletromagnética, além de despertar o interesse de novos estudantes pela Engenharia.

O objetivo desse trabalho, portanto, é proporcionar uma melhor aprendizagem da indução eletromagnética e demonstrar alguns tipos de conversão de energia para alunos do Ensino Médio, por meio de dois dispositivos didáticos: um motor elétrico e uma mini-hidrelétrica. O intuito é evitar os cálculos pesados da teoria, que geram dificuldades na assimilação dos conteúdos tratados, e utilizar uma montagem experimental interativa e lúdica para com os estudantes.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho propõe o uso de experimentos didáticos como uma metodologia capaz de promover uma aprendizagem mais significativa dos conhecimentos científicos. As atividades experimentais despertam um forte interesse dos alunos, pois facilitam a compreensão dos assuntos vistos em sala de aula, esclarecendo muitas dúvidas pendentes na teoria. Desse modo, a teoria e a prática devem atuar em conjunto no processo de ensino-aprendizagem para que ocorra de fato a assimilação dos conteúdos (FONSECA, 2016).

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e exploratória das propriedades eletromagnéticas, com o enfoque no fenômeno da indução eletromagnética, tendo em vista as suas diversas aplicações nas tecnologias do cotidiano, permitindo, por exemplo, explorar e entender os processos de obtenção de energia elétrica, recurso fundamental para a manutenção e desenvolvimento do mundo moderno no qual os estudantes estão inseridos.

Na segunda etapa do trabalho, iniciou-se a elaboração e montagem dos equipamentos, com a preocupação de projetá-los da forma mais didática possível para um melhor

entendimento do público alvo. Assim, foi proposto o desenvolvimento de um motor elétrico e de uma mini-hidrelétrica.

Por fim, finalizados os experimentos, passou-se para a última etapa, que consistiu em estabelecer um contato direto e continuado com algumas instituições estaduais de ensino básico, entre elas a Escola E. E. F. M Frei Ambrósio e a Escola E. E. F. M Onésima Pereira de Barros, onde foram agendadas visitas de turmas do 3º ano do ensino médio à UFOPA para as apresentações dos projetos, explicando-os de forma interativa para um entendimento efetivo das propriedades físicas básicas, do funcionamento baseado na indução eletromagnética e de exemplos de sua utilização.

Ademais, os projetos também foram exibidos em feiras vocacionais realizadas pela universidade, abertas ao público em geral e aos estudantes e egressos da rede pública e particular de ensino de Santarém e da região, com o propósito de contribuir no processo de escolha do curso de graduação.

2.1 Motor elétrico

Uma utilidade do princípio da indução eletromagnética está no acionamento de motores elétricos, que são responsáveis por dar movimento a muitos equipamentos tão importantes nas grandes indústrias e em tarefas diárias. Desse modo, o motor desenvolvido é um motor de passo, um tipo de motor elétrico usado quando algo tem que ser posicionado muito precisamente ou rodado de um ângulo exato. Na Tabela 1 estão listados os materiais utilizados para a realização do dispositivo.

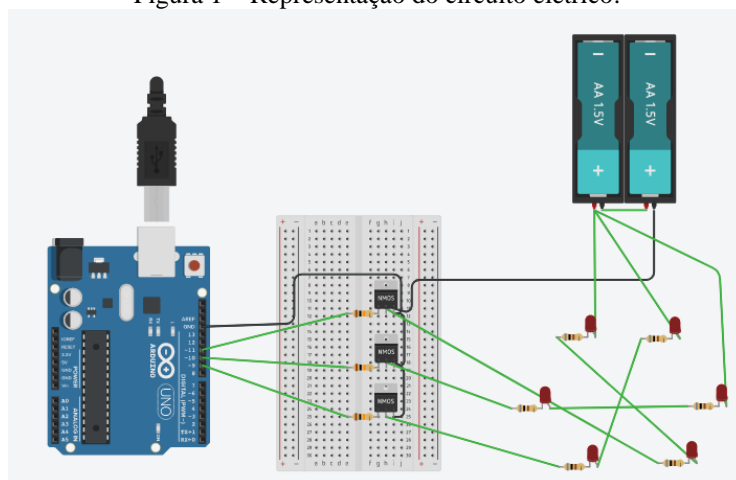
Tabela 1 - Materiais utilizados no motor de passo.

Materiais	Quantidade
Arduino Uno R3	1
Protoboard	1
Mosfet – IRF 640	3
Resistor – 10 k Ω	3
Cabos jumper macho / macho	12
Ímãs de neodímio	4
Bobinas / Solenoides	6
Rolamento	1
Pilhas – 1,5 V	2

Fonte: Elaboração própria.

No motor, a rotação do eixo é controlada por uma série de campos eletromagnéticos que são ativados e desativados eletronicamente, neste caso, controlados por uma placa Arduino, ou seja, as bobinas foram associadas em pares e são conectadas por um circuito elétrico simples (Figura 1), utilizando resistores para limitar a corrente como forma de segurança e transistores do tipo MOSFET que realizam o chaveamento (liga/desliga) dos solenoides, sendo todas essas ações acionadas por um minicontrolador (placa Arduino), que depois de programado pode ser usado de forma independente.

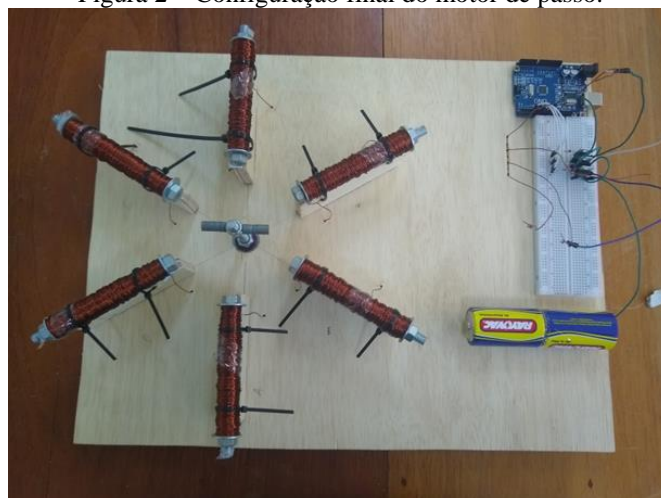
Figura 1 – Representação do circuito elétrico.



Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, quando um par de bobinas é acionado, os demais são imediatamente desligados, e assim sucessivamente, fazendo com que o eixo com os ímãs acoplados sejam atraídos e realizem o movimento de rotação. Na Figura 2 é apresentada a configuração final do motor proposto.

Figura 2 – Configuração final do motor de passo.



Fonte: Elaboração própria.

2.2 Mini-hidrelétrica

A indução eletromagnética também é responsável pelo funcionamento das grandes usinas hidrelétricas, atualmente, a principal fonte de geração de energia elétrica no Brasil, que tem por finalidade produzir energia elétrica através do aproveitamento do potencial hidráulico. Para promover a oportunidade de reflexão sobre os fenômenos físicos relacionados a esse tema, foi realizada a construção de um experimento demonstrativo que ilustra o funcionamento de uma mini-hidrelétrica.

Para a confecção desse equipamento foram necessários os seguintes materiais (Tabela 2):

Tabela 2 – Materiais utilizados na mini-hidrelétrica.

Materiais	Quantidade
Reservatórios de água – 5 L	2
Conexões PVC – ½ polegada	6



Tubo PVC – ½ polegada	1,5 metros
Miniturbina tipo Pelton	1
Amperímetro	1

Fonte: Elaboração própria.

O funcionamento desse dispositivo se dá pelo processo de transformação das energias envolvidas. Os dois reservatórios são dispostos a certa altura um do outro, então o reservatório superior é preenchido com água e a energia potencial presente é responsável em levar o líquido à miniturbina (Figura 3), na qual há um pequeno gerador embutido que possui polos eletromagnéticos de forma alternada.

Figura 3 – Miniturbina.



Fonte: Elaboração própria.

Assim, a pressão da água movimenta as pás dentro da miniturbina e, conseqüentemente, movimenta os polos eletromagnéticos, ocasionando um fluxo variável do campo magnético que induz uma corrente elétrica e que pode ser medida por um amperímetro. Na Figura 4 o dispositivo é apresentado.

Figura 4 – Configuração final da mini-hidrelétrica.



Fonte: Elaboração própria.



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As apresentações do projeto ocorreram em duas turmas do 3º ano do ensino médio da rede pública de ensino, primeiro foi a turma da Escola E. E. F. M Frei Ambrósio, posteriormente foi a vez da Escola E. E. F. M Onésima Pereira de Barros, ambas as turmas contando com 35 alunos cada. Além disso, a participação do projeto nas feiras vocacionais realizadas pela própria universidade permitiu o encontro com diversos alunos de diferentes escolas da região, assim as ações do projeto envolveram no total cerca de 100 alunos.

Logo, os equipamentos didáticos realizados garantiram a viabilidade da iniciativa extensionista que, além de englobar um cunho social importante, tem permitido a divulgação e o desenvolvimento de vocações para as áreas de ciência e de Engenharia. As visitas e apresentações de forma interativa, isto é, permitindo um contato direto dos estudantes com os experimentos, corroboraram a prática experimental como uma ferramenta pedagógica efetiva, pois apresentaram muitos elementos positivos, como o favorecimento da investigação científica nos alunos.

A união dos dois equipamentos didáticos produzidos proporcionou a abordagem dos princípios de funcionamento de motores e geradores de energia, um tema muito relevante, tendo em vista a presença constante dessas máquinas elétricas no cotidiano dos estudantes, tornando-se importante conhecer e debater suas diversas aplicações. Assim, com esse conhecimento científico adquirido, esses alunos podem recriar ou mesmo melhorar tais equipamentos, adaptando-os à realidade em que vivem.

Dessa forma, eles assimilaram que um mesmo fenômeno básico da física está relacionado com diferentes atividades essenciais ao desenvolvimento da sociedade, ou seja, apesar dos dispositivos apresentados serem diferentes, os dois possuem o mesmo princípio de funcionamento, converter energia por meio da indução eletromagnética. Com isso, foi possível perceber a curiosidade aguçada dos alunos com os fenômenos empregados nos objetos em funcionamento e a melhor compreensão da indução eletromagnética na prática, fazendo-os inferir que o gerador converte energia mecânica em eletricidade, enquanto o motor elétrico faz o contrário, e converte energia elétrica em mecânica.

Consequentemente, o trabalho proporcionou aos educandos a consciência de como a energia elétrica é gerada, distribuída e usada, não só para identificar como os fenômenos eletromagnéticos acontecem, mas também para entender o processo de transformação das energias envolvidas, bem como considerar suas implicações para a sociedade. A partir do experimento da mini-hidrelétrica, conhecer os diferentes usos da energia pode fazer o aluno questionar, por exemplo, sobre a implantação das grandes usinas hidrelétricas no país e até mesmo opinar sobre o tema, ações que o fazem exercer sua cidadania, transformando-os em atores sociais.

Já no experimento do motor de passo, destaca-se também a curiosidade e atenção dos alunos com o circuito elétrico empregado, pois muitos não tiveram uma aproximação prática com esse tema em sala de aula. Nessa ocasião, eles conseguiram aprender a função básica de componentes eletrônicos como transistores, resistores e controladores.

Finalmente, o projeto também contribuiu para a formação profissional e acadêmica dos discentes de Engenharia, pois as práticas adquiridas ajudaram no desenvolvimento de uma atitude científica, como capacidade de observação, inferência, medição, comunicação, predição e soluções para problemas complexos, constituindo elementos que norteiam a qualidade do ensino superior aplicado à Engenharia, devendo ser, portanto, valorizado e expandido.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar a receptividade dos alunos com relação ao projeto, os mesmos participaram de maneira ativa durante cada apresentação, envolvendo-se com as atividades realizadas, uma vez que indagações quanto aos fenômenos observados em cada experimento eram geradas.

No entanto, alguns problemas foram encontrados durante todo o processo, como a dificuldade no uso de uma linguagem acessível e comum aos jovens para o estabelecimento de uma comunicação satisfatória. Ademais, diante da necessidade de uma boa eficiência dos experimentos realizados, foi preciso utilizar alguns materiais específicos na montagem dos equipamentos. Esses materiais atrasaram o cronograma das atividades, visto que só puderam ser adquiridos por meio de compras na internet.

O trabalho teve seus objetivos alcançados, pois a exposição despertou um maior interesse, a curiosidade e uma troca de experiência entre os universitários e os alunos de ensino médio. Além disso, foi possível expor a estrutura física e acadêmica da universidade, propiciando a familiarização dos futuros ingressantes com o ensino superior. Destaca-se ainda uma atmosfera mais aberta e colaborativa de comunicação com as escolas públicas de ensino básico, aproximando a universidade da comunidade e favorecendo a divulgação do curso de Engenharia Física da UFOPA.

Portanto, uma formação científica apropriada, além de promover o desenvolvimento intelectual em uma sociedade, pode transformar o país por meio do conhecimento. Com isso as instituições de ensino e centros de formação precisam avançar constantemente em qualidade na formação de seus alunos, sendo necessário experimentar novas estratégias didáticas baseadas em tecnologia, visto que essas se apresentam como uma boa alternativa para a inserção científica dos alunos, além de lhes permitir abordarem objetivamente o seu mundo e contribuir na construção do conhecimento científico.

Agradecimentos

À Pró-Reitoria da Cultura, Comunidade e Extensão - Procce/Ufopa, pela Bolsa Pibex concedida e pelo apoio logístico e financeiro ao plano de trabalho. À Universidade Federal do Oeste do Pará pelas oportunidades na formação acadêmica. E às escolas estaduais de ensino que participaram do projeto.

REFERÊNCIAS

DINIZ, Alexandre Magno Ferreira; ARAÚJO, Rômulo Diniz. Uma abordagem prática para o ensino do eletromagnetismo usando um motor de indução de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 1, 2019.

FONSECA, Wander. A experimentação no ensino de Ciências: relação teoria e prática. **Cadernos PDE, versão online**, v. 1, 2016.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?**. Editora Paz e Terra, 2014.

----- . **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**, vol. 3. Editora: LTC, 2007.

LOURENÇO, Márcio Tavares et al. O uso de um gerador elétrico de baixo custo como proposta didática para as aulas de física do ensino médio. In: **Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**.

PIRES, Cristina Fátima de Jesus Silva; FERRARI, Paulo Celso; QUEIROZ, José Rildo de Oliveira. **A tecnologia do motor elétrico para o ensino de Eletromagnetismo numa abordagem problematizadora**. 2013.

SILVA, Sara Luiza da et al. Abordagem do eletromagnetismo, mediante experimentos didáticos de baixo custo. In: **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia-COBENGE**, 2018, Salvador-BA.

TEACHING ELECTROMAGNETIC INDUCTION FROM LOW-COST DIDACTICS EXPERIMENTS

Abstract: *Currently, electromagnetism is a branch of Physics of fundamental importance for the operation of several technologies, however, its study is difficult to understand, since its concepts are relatively abstract and this affects teaching and learning. Added to this, the fact that Brazilian education, in general, does not encourage scientific experimentation, causing problems in the pedagogical training of students, as they have difficulties in problematizing the subjects covered and verifying the physical phenomena around them. Thus, the extension project "Laboratory of Engineering Applications" at the Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), seeks to develop didactic and low-cost equipment that addresses the properties of electromagnetism, with a focus on electromagnetic induction, in addition to awakening the new students interest in engineering. The established equipment was a stepper motor and a mini-hydroelectric, as a methodology capable of promoting a more significant teaching of electromagnetic induction and demonstrating some types of energy conversion for high school students. Therefore, the use of real physical systems as a didactic resource, presents itself as a possibility to discuss the role of Engineering, as a research activity with its own characteristics and social implications, in addition to contributing to the professional and academic training of Physical Engineering students from UFOPA and provide the opportunity for public school students to get in more effective contact with scientific and technological activities.*

Keywords: *teaching and learning, electromagnetic induction, scientific experimentation, Engineering.*