

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM O USO DE EXPERIMENTAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO

INAIARA LEITE RODRIGUES¹, ISAIAANE ROCHA BEZERRA², RONALDO COELHO PEREIRA³,
FAGNER RODRIGUES DE LIMA³, EMANUEL VERAS DE SOUZA³

¹Universidade Federal da Paraíba - UFPB

²Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

<inaiaraleite68@gmail.com>, <rochaisaiane@gmail.com>, <ronaldo.coelho@ifpi.edu.br>,
<rodrigues.fagner@hotmail.com>, <emanuel.veras@ifpi.edu.br>

DOI: 10.21439/conexoes.v15i0.2123

Resumo. Este trabalho traz como proposta o uso de uma Sequência Didática (SD), incluindo prática experimental, destinada a alunos do terceiro ano do Ensino Médio, sendo um produto educacional para auxiliar o professor no ensino de Física na abordagem dos principais tópicos do Eletromagnetismo. A SD é composta de aulas teóricas, metodológicas e experimentais, utilizando um experimento confeccionado com materiais de fácil acesso, o qual já foi exposto em três eventos científicos. O experimento intitulado “motor de Indução de Faraday” é apresentado neste artigo com o objetivo de demonstrar de forma comprehensível a Lei de Indução de Faraday do ponto de vista conceitual e propiciar aos discentes o desenvolvimento do conhecimento científico a partir de atividades experimentais e teóricas. Ao final das atividades é sugerida a aplicação de um questionário, o qual atua como forma de avaliação quantitativa e complementa a avaliação qualitativa feita no decorrer da execução da sequência de aulas didáticas, onde é esperado que os alunos tenham uma participação sempre ativa, pois em todos os processos é necessária a participação integral dos alunos, ou seja, uma avaliação formativa. Seguindo este roteiro, tem-se o intuito de que os discentes adquiram informações suficientes para debater sobre os fenômenos observados a partir da experimentação.

Palavras-chaves: Ensino de Física. Lei de Faraday. Atividade experimental. Eletromagnetismo.

A PROPOSAL FOR DIDACTIC SEQUENCE WITH THE USE OF EXPERIMENTATION FOR THE CONSTRUCTION OF ELECTROMAGNETISM CONCEPTS IN HIGH SCHOOL

Abstract. This work proposes the use of a Didactic Sequence (SD), including experimental practice, aimed at third year high school students, being an educational product to assist the teacher in teaching Physics in addressing the main topics of Electromagnetism. SD is composed of theoretical, methodological, and experimental classes, using an experiment made with easily accessible materials, which has already been exposed in three scientific events. The experiment entitled “Faraday Induction engine” is presented in this article with the objective of comprehensively demonstrating the Faraday Induction Law from a conceptual point of view and providing students with the development of scientific knowledge from experimental and theoretical activities. At the end of the activities, the application of a questionnaire is suggested, which acts as a form of quantitative assessment and complements the qualitative assessment made during the execution of the sequence of didactic classes, where students are expected to have an always active participation, because in all processes require full student participation, that is, a formative assessment. Following this script, it is intended that students acquire enough information to debate about the phenomena observed from the experimentation.

Keywords: Physics teaching. Faraday's Law. Experimental activity. Electromagnetism.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física através de atividades experimentais é apontado como uma das metodologias de ensino que auxiliam no aprendizado dos discentes, sendo um instrumento de caráter facilitador e motivador, ao incentivar a compreensão de diversos fenômenos e conceitos físicos e por instigar o aluno a participar de forma ativa nas aulas rompendo a monotonia advinda da abordagem tradicional centrada na mera exposição oral e resolução de exercícios.

Diante dessa perspectiva, Araújo e Abib (2003) enfatizaram que as atividades experimentais podem ser os norteadores que permite a reestruturação dos modelos explicativos dos fenômenos físicos. Partindo do pressuposto que a experimentação é apontada por professores e alunos como capaz de minimizar as dificuldades em aprender e ensinar Física, de modo mais significativo, além de apresentar diferentes aspectos metodológicos, como a ênfase em matemática, uso de novas tecnologias no cotidiano e a montagem de experimentos.

Atualmente, a literatura apresenta trabalhos que trazem no seu escopo a utilização de aparelhos experimentais confeccionados com materiais de fácil acesso e baixo custo. Entre esses trabalhos são mencionados os de Silva e Laburú (2013) que abordaram uma reprodução similar, miniaturizada do motor de Faraday (1821). Os autores descreveram como se dá a construção da miniatura e quais os componentes necessários para a execução do experimento. Utilizaram o sistema demonstrativo da revolução do rotor (haste móvel) próxima de duas rotações por segundo em torno de um ímã fixo, propondo sugestões para abordagem conceitual e alternativas para a utilização de baterias móveis. A proposta é apenas a confecção experimental, a fim de que os educadores a utilizem em suas aulas. Nesse trabalho, apresentou como proposta de atividade, a montagem da versão compacta do motor de Faraday.

Similarmente, encontra-se trabalhos abordando a Lei de Indução de Faraday com diferentes metodologias, como por exemplo, Hessel, Freschi e Santos (2015) que fazem uma abordagem experimental para averiguar a Lei de Indução de Faraday, propondo um aparelho experimental que pode ser utilizado em laboratório de física básica. Os autores mencionam ser possível registrar a força eletromotriz induzida numa bobina devido a passagem de um ímã através do seu interior, mas o método abordado é destinado a alunos do curso superior devido ao conhecimento prévio de cálculo diferencial.

Já no trabalho de Diniz e Araújo (2019), a metodologia utilizada foi aplicada em um curso técnico de eletrotécnica, aplicando uma construção de um motor

trifásico de indução de baixo custo, com abordagem teórica do eletromagnetismo e prática abordando os seguintes eixos: constatação do campo magnético nas bobinas, campo magnético girante, intensidade da força magnetomotriz, e corrente indutiva, e concluíram que o protótipo é um instrumento simples de fácil aplicação em aulas práticas, e que essa prática derivou em bons resultados, pois instigou os alunos a ter interesse e curiosidade e participar das atividades experimentais e das discussões.

Segundo Azevedo et al. (2017), a abordagem metodológica com utilização de atividades experimentais pode contribuir de forma relevante para o entendimento de fundamentos teóricos por meio da prática, isso a partir da aprendizagem advinda com as atividades desenvolvidas nos aparelhos experimentais, bem como pelo contato dos discentes com problemas reais. Uma atividade experimental com uma metodologia bem estruturada e fundamentada pode servir de agente facilitador ao despertar certa curiosidade nos discentes, podendo assim, destacar o interesse em compreender o fenômeno observado e os fenômenos da natureza no geral, instigando-os a desenvolverem a habilidade de investigação científica (COSTA, 2016).

A experimentação no ensino de eletromagnetismo torna-se propícia por se tratar de um ramo da física que historicamente se desenvolveu sob forte caráter experimental, muitas vezes a partir de observações em aparelhos experimentais tidos como simples. A familiaridade de quase todas as pessoas com a eletricidade em função da sua dependência no mundo moderno e o fácil acesso a componentes básicos como fios de cobre, pilhas, baterias e ímãs, tornam a experimentação no ensino de eletromagnetismo atrativa e bastante acessível do ponto de vista de construção de aparelhos experimentais de baixo custo.

A experimentação nesse tópico associado à sua exploração teórica torna-se importante para a compreensão do desenvolvimento do eletromagnetismo e como o conhecimento e as descobertas desse campo trouxeram consequências práticas para a sociedade, como o surgimento de novas tecnologias, equipamentos e componentes eletrônicos, como o rádio, tv, cinema, wifi, radar, celulares, diversos tipos de sensores, microondas, as tecnologias 3g, 4g e 5g, entre diversas outras usadas em diferentes ramos das atividades humanas. A descoberta da Lei de Indução de Faraday, por exemplo, teve como consequência prática a criação de máquinas elétricas geradoras de correntes, sendo as primeiras desenvolvidas pelo próprio cientista ao construir seu gerador de corrente elétrica constante, conhecido como dínamo de disco de Faraday, que consistia num disco de cobre

girando entre os polos de um ímã e assim gerando uma corrente elétrica contínua num circuito ligado ao disco através de escovas (ROCHA, 2002).

Diante do exposto, elaborou-se um produto educacional que se integra de uma sequência didática constituída de práticas teóricas, metodológicas e experimentais: em primeiro momento propõe-se uma elaboração de uma sequência didática com os principais tópicos do eletromagnetismo e em seguida a construção de um aparato experimental para a demonstração da Lei de Faraday-Lenz como ferramenta ilustrativa, com o objetivo de auxiliar na prática docente e no conhecimento dos estudantes de forma mais dinamizada e atrativa para motivá-los à participação nas aulas.

Para uma melhor compreensão, este trabalho estrutura-se da seguinte maneira: partindo, inicialmente, do referencial teórico que apresenta um breve contexto histórico sobre a formulação da Lei de Faraday e os conceitos físicos envolvidos; a metodologia da pesquisa, na qual explicita objetivamente a montagem do experimento que auxiliará no desenvolvimento e execução da Sequência Didática (SD); a discussão da proposta da SD, por fim, as considerações finais do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A Lei de Faraday

Muitas máquinas, sistemas e aparelhos eletroeletrônicos funcionam com base no princípio físico da indução eletromagnética, em que podemos citar, como principais aplicações, por exemplo, os motores e geradores elétricos. A indução eletromagnética foi descrita em 1831 pelo físico e químico britânico Michael Faraday (1791 - 1867) ao demonstrar que campos magnéticos variáveis eram capazes de induzir correntes elétricas em sistemas, fenômeno que passou a ser denominado de lei de indução eletromagnética¹, que posteriormente ficou conhecida como Lei de Faraday (BISCUOLA; BÔAS; DOCA, 2010).

Do ponto de vista de Dias e Martins (2004) a indução eletromagnética teve como protagonista o físico Michael Faraday, direcionando-o para o avanço nas inquições do eletromagnetismo. Os autores evidenciaram as primeiras fases das pesquisas e os seus resultados, onde discorreremos de forma suscinta a seguir.

¹ Não podemos deixar de citar, que o cientista estadunidense Joseph Henry (1797 - 1878) também chegou às mesmas conclusões de Faraday conduzindo experimentos de forma independente entre os anos de 1831 e 1832 (MACHADO, 2002). Contudo, atribui-se a Faraday a descoberta da indução eletromagnética devido ele ter publicado primeiro as suas conclusões na *Philosophical Transactions* (ANDERSON, 1993).

A primeira fase (1820 – 1821) é caracterizada pela explanação do primeiro contato do Faraday com o eletromagnetismo quando era assistente Hans Christian Orsted (1777 – 1851) devido à época da popularidade das pesquisas nessa área. A segunda fase (1821 – 1823) estruturou os primeiros ensaios experimentais e algumas conclusões errôneas que, posteriormente, foram corrigidas, como por exemplo a ideia de que um fio conduzindo corrente deveria atrair e repelir os polos magnéticos de uma agulha magnética. Porém essas conclusões não eram compatíveis com os estudos de Orsted.

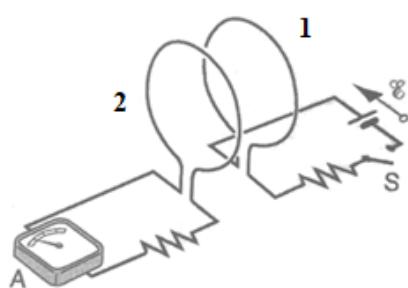
Os autores descrevem as aventuras e os desdobramentos acerca das pesquisas de Faraday, narrando as continuações dos experimentos que, finalmente, resultaram nas conclusões compatíveis com os de Orsted, ou seja, eram equivalentes com as interpretações, referentes às compreensões de que ao invés de descrever sobre o efeito de atração e repulsão, descreveria outro tipo de comportamento: o de movimento de rotação da agulha magnética, ou seja, o foco era analisar o direcionamento, mas não a força. A terceira e última fase de pesquisas (1825 – 1832) retornou com a publicação no *Quarterly Journal of Science* (1825) que apontava os resultados equivocados sobre suas primeiras experiências, em que buscava influenciar a intensidade de correntes elétricas através de um ímã. Nesse mesmo intervalo de tempo obteve resultados experimentais positivos conhecido como “efeito induzido” que posteriormente, em 1831 complementaria a descoberta do eletromagnetismo por Orsted (DIAS; MARTINS, 2004).

No período da descoberta do fenômeno de indução magnética por Faraday, já era de conhecimento da comunidade científica que correntes elétricas constantes induzem campos magnéticos constantes, então havia como questionamento se o inverso seria verdade. Com base nisso, Faraday (e Henry, de forma independente) conduziu uma série de experimentos, como já mencionado, tentando constatar tal comportamento, no entanto, ele concluiu que meramente a presença de um campo magnético constante não induz corrente elétrica.

De forma mais específica, Faraday ao desenvolver suas experiências com circuitos elétricos, notou que ao variar a corrente em um circuito próximo a outro, um amperímetro inserido nesse segundo circuito (circuito 2) acusava o surgimento de uma corrente elétrica (ilustrado na Figura 1). Em uma segunda experiência, fazendo movimento de afastamento e aproximação com um circuito percorrido por corrente elétrica (circuito 1) em relação ao outro circuito em repouso (circuito 2), um galvanômetro inserido neste segundo circuito indicava o surgimento de uma corrente elétrica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM O USO DE EXPERIMENTAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO

Figura 1: O ponteiro de um amperímetro A deflete momentaneamente quando a chave S é fechada ou aberta.



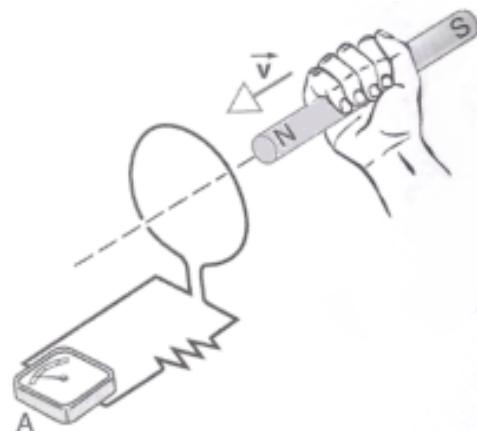
Fonte: Adaptado de Resnick, Halliday e Krane (2002).

Dessa forma, Faraday concluiu que a corrente elétrica induzida no segundo circuito (circuito 2), em ambos os casos, se dava em razão da variação do campo magnético gerado pelo primeiro circuito (circuito 1), respectivamente, ao ser aumentada ou diminuída a corrente (abrir ou fechar o circuito) no primeiro experimento, o campo magnético em torno do condutor do circuito variava (aumentava ou diminuía de intensidade) e ao aproximar e afastar o circuito percorrido por corrente, novamente estava se fazendo variar o campo magnético gerado por esse em relação ao segundo circuito (circuito 2).

Faraday conduziu uma terceira experiência simples que consistiu em movimentar um ímã no interior de uma espira conectada a um galvanômetro (ilustrado na Figura 2), como esperado, em relação às conclusões das primeiras experiências, observou-se a indução de uma corrente na espira. Portanto, a variação do campo magnético ou variação do fluxo magnético induz corrente elétrica em um condutor.

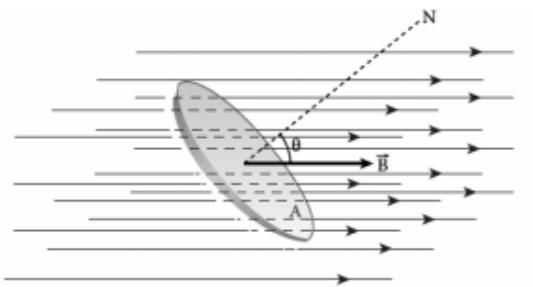
Faraday descreveu o fenômeno de indução em termos qualitativos usando os conceitos de linhas e tubos de campo, que hoje corresponde ao conceito de fluxo do campo magnético. Esse conceito é representado pela letra grega Φ , que graficamente está associado à quantidade de linhas de indução que atravessa a superfície considerada (ilustrado na Figura 3). A unidade de fluxo magnético no S.I. é o weber (Wb), unidade equivalente ao tesla-metro quadrado ($T \cdot m^2$), dado que o campo magnético é medido em tesla (T) e a área da superfície em metro quadrado (m^2) (NUSSENZVEIG, 2002). Em termos matemáticos, o fluxo de indução magnética, Φ , através de uma superfície plana de área A é definido pela Eq. 1, onde B é a intensidade do campo magnético e θ é o ângulo formado entre o vetor de área normal à superfície e a direção do vetor campo magnético,

Figura 2: O ponteiro de um amperímetro “A” deflete, indicando corrente no circuito quando o ímã está em movimento.



Fonte: Retirado de Resnick, Halliday e Krane (2002).

Figura 3: Fluxo magnético através de uma superfície plana A.



Fonte: Retirado de Biscuola, Bôas e Doca (2010).

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta \quad (1)$$

O físico Franz Ernest Neumann (1798 – 1895), posteriormente, deu uma formulação matemática para a Lei de Faraday onde a força eletromotriz induzida (ε) responsável pelo surgimento da corrente induzida é dada em termos da variação do fluxo magnético ($\Delta\Phi$). Cabe destacar que a expressão sofreu uma correção, adicionando-se a ela um sinal negativo para indicar o sentido da força eletromotriz induzida (ε) devido à lei de Lenz, contribuição dada pelo físico Heinrich Lenz (1804 – 1865).

Essas sucessivas contribuições levaram a lei a ser muitas vezes referenciada como Lei de Faraday-Neumann-Lenz. Para um condutor imerso em um fluxo de indução ela pode ser escrita na forma da Eq. 2, onde ε_m é a força eletromotriz média induzida no condutor em um determinado intervalo de tempo (Δt),

$$\varepsilon_m = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (2)$$

O físico e matemático James Clerk Maxwell (1831 – 1879) ao estudar as pesquisas experimentais em eletricidade de Faraday traduziu matematicamente o que ele considerava as ideias de Faraday. Em seu trabalho intitulado “*Tratado Sobre Eletricidade e Magnetismo*” de amplo alcance, Maxwell apresenta sua teoria eletromagnética baseada na ideia de campo eletromagnético, interação conjunta do campo magnético e campo elétrico, trazendo uma formulação matemática unificada das leis de Coulomb, Oersted, Ampère, Biot e Savart, Faraday e Lenz, expressando essas leis na forma de um conjunto de 20 equações que sintetizam todas as leis experimentais do eletromagnetismo. Posteriormente, Oliver Heaviside (1850 - 1925) reescreveu essas equações de forma mais compacta e dando uma nova forma que no final da década de 1890 se tornou o padrão que conhecemos hoje (HUNT, 2012). Entre estas leis está a Lei de Indução de Faraday que na forma diferencial é dada pela Eq. 3.

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (3)$$

Essa equação de Maxwell, que corresponde à Lei de indução de Faraday, indica que um fluxo magnético variável pode induzir a formação de um campo elétrico circulante e, por conseguinte, uma diferença de potencial e uma corrente elétrica. O sinal negativo garante que a corrente induzida produz um campo magnético que se opõe à variação que lhe deu origem (Lei de Lenz). Caso contrário, o *feedback* seria incompatível com o princípio da conservação de energia (MONTEIRO, 2018).

3 METODOLOGIA

Neste trabalho propõe-se a confecção de um motor induzido projetado para abordagem da Lei de Indução de Faraday, os materiais utilizados para a construção do experimento são baseados em componentes de fácil acesso e de baixo custo. A utilização de um material experimental com uma linguagem simples, sem nível de complexidade, pode acrescentar de forma prática os conceitos físicos que agregam no aprendizado dos discentes (CARVALHO, 2010).

A experimentação foi inserida como proposta em uma sequência de aulas, as quais tinham objetivos a serem desenvolvidos de forma lógica para cada conteúdo trabalhado, dessa forma, a prática experimental corrobora como a compreensão da teoria dos fenômenos físicos estudados, instigando os alunos a investigar esses

fenômenos a partir dos conceitos físicos vistos no decorrer da sequência de aulas. A abordagem conceitual nas aulas demonstrativas é de suma importância, pois: “[...] quando a aula é demonstrativa, a estratégia utilizada pelo professor poderá levar os alunos a predizer-observar-explicar [...]” (CARVALHO, 2010, p. 62) o ocorrido na atividade em sala de aula.

3.1 Proposta Experimental: montagem do experimento

Atividades experimentais são um meio de metodologia para abordagem científica e técnica, logo, são bastante utilizadas como proposta para o ensino, sendo assim uma atividade que tem um objetivo para sua utilização. Logo, esse aparato experimental tem como objetivo demonstrar de forma simples a Lei de Indução de Faraday do ponto de vista conceitual. Embora a parte matemática seja em alguns casos essencial, porém, este trabalho teve como foco a abordagem teórica e metodológica.

A montagem do experimento consiste nos materiais descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Materiais necessários para construção do motor de Indução de Faraday.

01 Tábua de madeira (23,5 cm x 19,0 cm);
06 Super-ímãs;
01 Motor elétrico de corrente contínua (5 V);
01 Bobina ($N \cong 600$ espiras)
01 Fio condutor;
01 Fonte (bateria de 9 V);
01 LED;
01 CD ROM;
01 Interruptor ou conector banana macho;
Objetos auxiliares: cola quente; máquina de solda.

Alguns dos materiais para a construção do experimento podem ser obtidos por reaproveitamento, como no caso da bobina, que foi retirada de um aparelho eletrodoméstico (aparelho de DVD), o CD e a tábua de madeira. Os ímãs, o LED e o restante dos materiais podem ser obtidos por um preço relativamente acessível em lojas de materiais eletrônicos, tornando assim um experimento de baixo custo. A seguir exporemos alguns detalhes importantes para a montagem do experimento.

Na Figura 4 mostra-se o LED fixo nos terminais da bobina, para isso foi necessário soldar as “pernas” do LED nos terminais e assim fechando o circuito, possibilitando a passagem da corrente pelo LED.

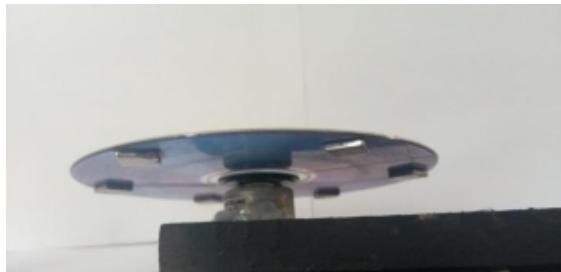
Em seguida, o procedimento realizado foi a utiliza-

Figura 4: LED ligado aos terminais da bobina.



ção da cola quente para fixar os ímãs na parte inferior do CD (parte espelhada) juntamente com o motor, como ilustrado na Figura 5. A base de madeira serve como apoio para fixar os outros materiais.

Figura 5: Sistema CD-motor.



Na Figura 6 é ilustrado o experimento montado, nesse processo foram realizados os seguintes procedimentos: foi conectado os fios do motor elétrico embaixo do CD com o conector² e em seguida foi utilizado o adaptador de bateria 9 V para conectar ao conector e a fonte. Em seguida, foi inserida a fonte (bateria de 9 V) para alimentar o motor elétrico³. Com isso, ao aproximarmos a bobina aos ímãs presos ao disco em rotação, podemos observar a Lei de Faraday pela emissão de luz do LED (ver Figura 7).

Conclui-se a parte técnica de montagem do experimento. O experimento deverá ser confeccionado pelos professores a fim de ser utilizado como auxiliador no método didático que possa favorecer o desempenho do aluno e torná-lo ativo em sua aprendizagem, fazendo-o analisar e questionar sobre os conteúdos aplicados naquela experimentação, mediante a abordagem teórica do conteúdo. Para que, assim, o aluno “consiga analisar os instrumentos experimentais utilizados, argumentar e apresentar sugestões que visem o aprimoramento e au-

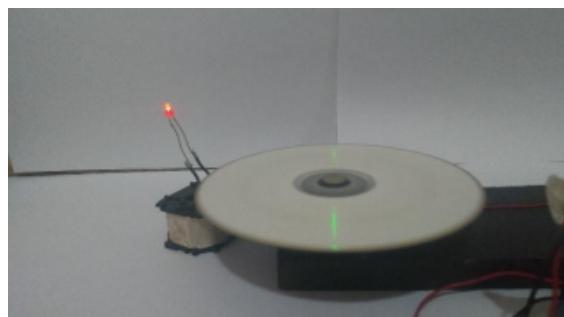
²Conector banana macho e borne fêmea para o conector banana.

³A função da fonte é para que a energia elétrica seja convertida em energia cinética de rotação que por consequência faz girar o CD.

Figura 6: Aparato Experimental.



Figura 7: Experimento em funcionamento.



mento de sua eficácia, além de ser desafiado a resolver problemas” (COSTA, 2016, p. 24).

3.2 Sequência Didática (SD)

A proposta da SD tem como público-alvo os discentes do terceiro ano do Ensino Médio, mas também pode ser aplicada nos anos finais do Ensino Fundamental 2 com o intuito de despertar o interesse e a curiosidade pela Física nos anos seguintes. A SD também pode ser aplicada no Ensino Superior com as devidas adaptações. A proposta é estruturada, inicialmente, partindo da abordagem conceitual e experimental. Dessa forma, abordando os principais tópicos do eletromagnetismo e a utilização de um aparato experimental com o objetivo de propiciar aos discentes o desenvolvimento do conhecimento científico a partir de atividades experimentais e teóricas. Salientamos que o docente deverá compartilhar com os alunos as tarefas iniciais que deverão ser executadas com a finalidade de implementar a estratégia de ensino que envolve a SD.

Mediante o exposto, a SD é baseada em 08 aulas de 45 min de duração como mostra a Tabela 2. Para a realização das atividades experimentais, deve-se fazer a divisão dos alunos em grupos, deve haver motores induzidos para cada grupo realizar a atividade experimental proposta.

Tabela 2: Quadro sintético das aulas.

Aulas	Conteúdos trabalhados	Atividades desenvolvidas
01-02	<ul style="list-style-type: none"> - O campo magnético de um ímã; - O campo magnético das correntes elétricas; - O campo magnético no interior de uma bobina longa (solenóide); - Propriedades dos ímãs; - Imantação por corrente elétrica (O eletroímã); - Aplicações tecnológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Introdução sobre as atividades que serão desenvolvidas ao longo das aulas; - Aulas teóricas; - Resolução de exercícios: Estudo de caso: 1) Detalhe o funcionamento das usinas hidrelétricas e das eólicas. Quais conceitos físicos abordados diante dos conteúdos abordados? Quais contribuições à lei de Faraday para a sociedade? - Apresentação oral dos alunos sobre a sua concepção dos conteúdos abordados; - Teste diagnóstico.
03-04	<ul style="list-style-type: none"> - O experimento de Hans Christian Oersted (1777-1851). 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula teórica; - Representação visual do experimento.
05-06	<ul style="list-style-type: none"> - Força magnética; - Indução eletromagnética; - Fluxo magnético; - Corrente induzida; - Lei de Lenz; - Lei de Indução de Faraday. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula Teórica. - Utilização do experimento: 1) Entender a propriedade dos materiais utilizados e suas respectivas funções. 2) Compreender em que contexto a lei de indução é inserida nesse experimento. - Apresentação oral dos alunos sobre os experimentos e os fenômenos envolvidos; - Resolução de exercício: Escrever sobre a Lei de indução e sua construção para a sociedade moderna.
07-08	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário sobre os conteúdos abordados.

A seguir descreve-se as aulas. Nas aulas 1-2, abordar-se-ão os conteúdos com os seguintes objetivos específicos: desenvolver habilidades críticas dos alunos a partir de informações conceituais; instigar o conhecimento pelos fenômenos magnéticos; desenvolver habilidades em exercícios de estudo de casos a partir de situações do cotidiano e aplicação de teste como objetivo de averiguar sobre a concepção a respeito das atividades desenvolvidas.

Em seguida, nas aulas 3-4 são destinadas à apresentação teórica sobre o experimento de Hans Christian Oersted, com os seguintes objetivos específicos: identificar as leis físicas e conceitos físicos abordados no experimento; sintetizar uma previsão teórica sobre o que acontecerá no experimento do motor induzido.

Seguindo a SD, nas próximas aulas 05-06 deve-se apresentar o objetivo do experimento, demonstrando seu funcionamento e discutir as leis e conceitos físicos envolvidos. Durante a apresentação do experimento, deve-se dividir a turma em equipes, as quais deverão abordar o objetivo do experimento e buscar explicar de forma clara o funcionamento do experimento a partir de uma descrição física do que aconteceu ou está aconte-

cendo. No caso de os resultados do experimento não serem conforme o previsto, a equipe deve buscar explicar o porquê. Todos os membros da equipe devem elencar as leis e conceitos físicos predominantemente envolvidos no experimento e estudá-los. Posteriormente a isso, os grupos devem elaborar uma síntese do resultado esperado na execução do experimento, uma previsão teórica com base no estudado.

E por fim, nas aulas 07-08 realizar-se-á uma avaliação de forma qualitativa e quantitativa, o peso maior sendo na avaliação qualitativa, onde é esperado que os alunos tenham uma participação sempre ativa, pois em todos os processos é necessária a participação integral dos alunos, ou seja, uma avaliação formativa. O professor responsável pela turma deve produzir a avaliação de forma que abranja conhecimentos de todas as etapas da sequência executada.

4 DISCUSSÃO

A SD e a prática de atividade experimental são um conjunto de produto educacional utilizado para fornecer um ensino e aprendizado mais dinâmico e contextu-

alizado, a metodologia envolve todos os alunos, tendo como objetivo possibilitar o entendimento dos fenômenos eletromagnéticos a partir de uma abordagem conceitual e experimental.

Seguindo um roteiro de aulas conceituais e de atividades a serem cumpridas, o intuito é de que os discentes adquiram informações suficientes para debater sobre os fenômenos observados a partir da experimentação, auxiliando os discentes a entender sobre a contribuição do saber científico para a sociedade moderna como, por exemplo, as aplicações da Lei de Indução de Faraday no dia a dia; pois com os estudos obtidos foram modernizadas a vida das pessoas, gerando energia elétrica nas usinas hidrelétricas, realizando o aquecimento de alimentos em fornos de indução, obtendo energia mecânica a partir de motores elétricos, dentre outros.

As aulas experimentais são vistas como metodologias eficazes, uma vez que, consigam obter os resultados satisfatórios, e que a participação dos alunos seja de forma integral. A abordagem do contexto teórico sobre os fenômenos eletromagnéticos é de suma importância, pois estes fenômenos podem ser abordados com exemplos do cotidiano, envolvendo estudos de casos a serem resolvidos por alunos e assim instigá-los a pesquisar, entender e interpretar situações do dia a dia que envolvem conhecimentos básicos de física.

Assim, o protótipo aborda essa temática de forma dinamizada e estruturada, pois na sua proposta de confecção foi levando em conta a simplicidade do experimento e do material de confeccioná-lo. Espera-se que os professores utilizem esse material em sala de aula e que os alunos, ao realizarem as aulas teóricas, sejam capazes de explicar os fenômenos que ocorrem quando o aparato experimental é colocado em execução. E que os discentes descrevam o que acontece quando o ímã é colocado em rotação nas proximidades da bobina.

Portanto, levar os discentes a discutir as ideias e problematizar as aulas de experimentação, instigando as trocas de informações e o entendimento dos fenômenos, desse modo, desenvolvendo nos indivíduos a autonomia crítica e um ponto de concepção. Assim, avaliando a parte de argumentação conceitual abordada em seus discursos ao compartilhar os conhecimentos adquiridos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que essa atividade experimental juntamente com a sequência didática (SD) possam ser potencializadores no desenvolvimento de habilidades nos alunos, quando instigados e questionados a pensar sobre os fenômenos ocorridos durante as atividades. O material proposto pode ser empregado de maneiras de-

monstrativas, auxiliando na abordagem teórica da Lei de Indução de Faraday. Na execução do experimento, os alunos poderão fazer os seguintes comentários: “o fluxo magnético variável próximo da bobina induz um campo elétrico” ou dizer que “o fluxo magnético variando através de um circuito fechado produzirá uma força eletromotriz”. Tal abordagem do tema é fundamental, visto que as descobertas de Faraday e suas primeiras máquinas geradoras foram os precursores para o desenvolvimento de novos geradores por outros cientistas e engenheiros que levaram aos atuais geradores.

A atividade experimental proposta tem uma abordagem argumentativa com foco na aprendizagem fazendo o elo teoria-prática, espera-se que os objetivos específicos sejam alcançados. A metodologia proposta, desde a sequência desenvolvida à utilização da experimentação, tem a capacidade de transformar os alunos passivos em ativos, desde que executem todas as atividades arquitetadas para serem realizadas durante a SD.

O aparato experimental proposto serve como instrumentação para o Ensino de Física abordando o conteúdo de Eletromagnetismo, podendo ser construído de maneira simples como indicado no trabalho. Logo, este modelo fica à disposição do professor usar este produto educacional como ferramenta didática, porém, o docente deve problematizar a situação da sua forma, a depender da evolução do nível de compreensão dos alunos com relação aos conceitos envolvidos no decorrer das aulas, levando a questionar em suas aulas a problemática a ser discutida, e a reorganização dos conhecimentos obtidos.

Ressalta-se que o aparato experimental apresentado neste trabalho foi confeccionado no Laboratório de Ensino de Eletromagnetismo do Instituto Federal do Piauí – IFPI/Campus Picos. Tal aparato visa, de modo geral, auxiliar no desenvolvimento cognitivo, além de promover o protagonismo do aluno no processo de compreender os fenômenos físicos, tal como, desenvolver a habilidade crítica da observação e da análise dos resultados obtidos. Portanto, esse trabalho dispõe de um conjunto de fatores fundamentais para a área de Ensino de Física, acompanhado de uma metodologia, sequência didática, contextualização e experimentação. Por isso, a proposta apresentada é aceitável para fim de exposição experimental para diferentes públicos, bem como para aplicação direcionada.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R. The referees' assessment of faraday's electromagnetic induction paper of 1831. **Notes and Records of the Royal Society of London**, The Royal Society London, v. 47, n. 2, p. 243–256, 1993.

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM O USO DE EXPERIMENTAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO

- ARAÚJO, M. S. T. d.; ABIB, M. L. V. d. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de ensino de física**, SciELO Brasil, v. 25, n. 2, p. 176–194, 2003.
- AZEVEDO, G. T. d.; PEIXOTO, C. J. T.; BARGOS, F. F.; MENEGATTI, C. R. Gerador trifásico de baixo custo para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 39, n. 3, p. e3503, 2017.
- BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, R. H. **Física: Ensino Médio**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. v. 3.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino de física. In: _____. São Paulo: Cengage Learning, 2010. cap. As práticas experimentais no ensino de Física, p. 53–77. ISBN 978-85-221-1062-9.
- COSTA, J. R. d. **Uma proposta problematizadora para o ensino de eletromagnetismo sob uma perspectiva histórico-experimental: O telégrafo**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) — Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016. 138 f.
- DIAS, V. S.; MARTINS, R. d. A. Michael faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & Educação (Bauru)**, SciELO Brasil, v. 10, n. 3, p. 517–530, 2004.
- DINIZ, A. M. F.; ARAÚJO, R. D. Uma abordagem prática para o ensino do eletromagnetismo usando um motor de indução de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 41, n. 1, p. e20180216, 2019.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física: eletromagnetismo**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- HESSEL, R.; FRESCHI, A. A.; SANTOS, F. J. d. Lei de indução de faraday: Uma verificação experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 37, n. 1, p. 1506, mar. 2015.
- HUNT, B. J. Oliver heaviside: a first-rate oddity. **Phys. Today**, v. 65, n. 11, p. 48–54, 2012.
- MACHADO, K. D. **Teoria do Eletromagnetismo**. 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, 2002. v. 2.
- MONTEIRO, H. R. **Experimento demonstrativo para o estudo do eletromagnetismo**. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF))
- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: eletromagnetismo**. 1. ed. São Paulo: Blücher, 2002. v. 3.
- RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. S. **Física** 3. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- ROCHA, J. F. M. **Origens e Evolução das Ideias da Física**. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2002.
- SILVA, O. H. M.; LABURÚ, C. E. Uma versão compacta do motor elétrico de faraday para demonstração em sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 30, n. 2, p. 385–395, 2013.