

FREIO MAGNÉTICO: UM EXPERIMENTO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO

Gleydson Lima dos Santos¹

Romildo Melo da Silva²

Ceziana Pereira da Costa³

Francisco Mucio Ferreira da Silva⁴

Jardel Francisco Bonfim Chagas⁵

RESUMO

O objetivo do trabalho é relatar uma intervenção utilizando um experimento demonstrativo como uma transposição didática para inter-relacionar com a função da força eletromotriz, campo elétrico e campo magnético quando aplicados e vistos em situações cotidianas. O freio magnético é um experimento que envolve o uso de campos magnéticos para desacelerar a movimentação de um objeto. Esse sistema é utilizado em alguns veículos e, em especial, no trem bala, que se movimenta a grandes velocidades podendo atingir mais de 300 km/h. Para desenvolver essa atividade, produziu-se uma unidade didática com três momentos distintos: apresentação do contexto histórico, a explicação do experimento e a discussão sobre suas aplicações no cotidiano, sendo aplicado em uma turma de segundo ano do Ensino Médio na escola Estadual José Bezerra Cavalcante, na cidade de Santa Cruz – RN. Discutimos no contexto histórico desde a descoberta da magnetita até o experimento de Oersted, onde um material condutor carregado eletricamente produz fenômenos magnéticos. Para a montagem do segundo momento utilizamos um micromotor de alta velocidade, um círculo de alumínio, uma base de apoio para um pêndulo na horizontal e uma base de madeira. Foi possível observar na prática o fenômeno da indução magnética, uma vez que quando o sistema estava parado não se percebia a ação de força magnética e após o movimento, o disco sofria uma desaceleração. No terceiro momento discutimos acerca de como funciona o freio no trem bala e comparamos com o funcionamento do freio a disco utilizado em bicicletas. Os resultados mostraram alunos mais envolvidos e participativos, uma vez que a aula trouxe temas atuais que atraíram a atenção de todos. Vale ressaltar que os alunos são curiosos por natureza e a utilização de unidades didáticas como aqui relatada proporciona que alunos possam explorar diferentes conceitos e desenvolver diferentes habilidades no ensino de Física.

Palavras-chave: Freio Magnético, Ensino de Física, Lei de Faraday-Lenz, Experimento Demonstrativo, Teoria de Vygotsky.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física no Ensino Médio frequentemente enfrenta desafios relacionados à desconexão entre a abordagem pedagógica e a vivência dos alunos. Esta discrepância é muitas

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, *campus* Santa Cruz, Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP, gleidsonlimac@hotmail.com;

² Graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, *campus* Santa Cruz, Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP, romildomelo0402@gmail.com;

³ Graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, *campus* Santa Cruz, Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP, cezianacosta@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, *campus* Santa Cruz, Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP, fcomucio@gmail.com;

⁵ Mestre em Ensino de Física, Docente orientador do Programa de Residência Pedagógica – PRP, núcleo Física, Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN, *campus* Santa Cruz, jardel.bonfim@ifrn.edu.br.

vezes refletida em materiais didáticos, que podem ou não se alinhar à realidade dos estudantes (Erthal; Gaspar, 2006). Um exemplo destacado é o eletromagnetismo, especialmente a indução eletromagnética, que, quando apresentada, muitas vezes é tratada de maneira técnica, sem uma aproximação prática das aplicações tecnológicas no cotidiano.

A indução eletromagnética é um fenômeno presente em equipamentos elétricos que utilizam corrente alternada, como botões eletrônicos, freios magnéticos de trens-bala e transformadores. No entanto, a inserção desses conceitos no currículo de Física do Ensino Médio é desafiadora, exigindo uma transposição didática eficaz. A complexidade dos conceitos, mesmo quando explicados em lousas com diagramas, muitas vezes resulta em confusão para os estudantes (Erthal; Gaspar, 2006).

Este trabalho visa preencher essa lacuna, apresentando um experimento demonstrativo como ferramenta didática para ilustrar os campos elétricos e magnéticos em situações cotidianas. O freio magnético, uma aplicação tecnológica da indução eletromagnética, envolve fluxos desses campos para desacelerar ou levitar objetos. É comumente utilizado em veículos, especialmente em trens-bala que atingem altas velocidades. A abordagem teórico-pedagógica adotada baseou-se nas orientações da teoria sócio-histórica de Vygotsky, que destaca a importância das interações sociais mediadas por um professor que domine o conteúdo (Vygotsky, 1991).

O objetivo deste trabalho é desenvolver um procedimento metodológico por meio de uma unidade didática, abordando contexto histórico, construção e aplicação do experimento, e discussão sobre suas aplicações no cotidiano. A proposta é verificar a intervenção sobre o fenômeno da indução eletromagnética em circuitos elétricos, aplicando-a em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio. O aparato didático experimental desempenha um papel crucial, ilustrando conceitos e promovendo interações sociais para facilitar a compreensão, conforme destacado por Gaspar e Monteiro (2005). Vygotsky ressalta que o conhecimento se constrói nas interações sociais, permitindo a internalização de conhecimentos e papéis sociais (Vygotsky, 1991).

REREFENCIAL TEÓRICO

A respeito das formulações de Vygotsky acerca das funções psicológicas superiores, Oliveira (2010) destaca que essas funções, responsáveis por ações conscientemente controladas, processos voluntários e mecanismos intencionais, surgem tardiamente no indivíduo da espécie humana. Apesar de serem funções desenvolvidas exclusivamente na

espécie humana, elas demonstram um alto grau de autonomia em relação aos fatores biológicos em desenvolvimento, caracterizando-se como um resultado da inserção do ser humano em um contexto sócio-histórico.

A questão da formação da consciência e a questão da constituição da subjetividade a partir de situações de intersubjetividade nos remetem à questão da mediação simbólica e, conseqüentemente, à importância da linguagem no desenvolvimento psicológico do homem. Uma das ideias centrais, e mais difundidas, de Vygotsky, é a ideia de que os processos mentais superiores são processos mediados por sistemas simbólicos, sendo a linguagem o sistema simbólico básico de todos os grupos humanos. A linguagem fornece os conceitos e as formas de organização do real que constituem a mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento. (Oliveira, 2010, p.80)

De acordo com Hodson (1988), reconhecendo a contribuição de Francis Bacon, que afirmou que os segredos da natureza se revelam mais facilmente sob a opressão da arte do que quando seguem seus próprios caminhos, o experimento foi concebido como um caminho indispensável para a aquisição de conhecimento científico. Observar a natureza no estado bruto não é suficiente, de acordo com Hodson (1988), em vez disso, é necessário torcer a cauda do leão – a manipulação do mundo nos proporciona acesso a novos segredos. Os experimentos vão além da mera observação, são eventos planejados e controlados, e é esse controle que lhes confere sua força distintiva.

O trabalho experimental, segundo Malheiro (2016), é principalmente uma descoberta de conceitos por meio da verificação de fenômenos analisados. Com base na manipulação de materiais, esse elemento é crucial como fonte de resultados dos quais podemos deduzir conclusões ou corroborar determinado conteúdo científico. Na dinâmica da sala de aula, é interessante considerar os pressupostos epistemológicos definidos por Leite (2001) e Hodson (1988). O primeiro afirma que o papel dos experimentos na ciência e no ensino de ciências é idêntico; o segundo destaca que o papel dos experimentos não é problemático quando afirmam que estes devem abranger o controle e manipulação de variáveis.

Pais (2010) designa como elemento integrador as dimensões globais e específicas, coesão metodológica, diferentes meios de ensino e aprendizagem, e a unidade didática, caracterizada por elementos como ser a base de atenção e motivacional dos alunos, permitir a ativação dos conhecimentos prévios para uma determinada aprendizagem, comunicação multilateral e desenvolvimento da coerência temática e da coesão metodológica no interior do percurso do ensino e aprendizagem. Ainda segundo Pais (2010), a definição dos elementos integradores só ganha sentido e valor didático quando integrados em uma unidade didática construída para um determinado grupo de alunos em um contexto específico.

METODOLOGIA

O trabalho teve início com um estudo bibliográfico em artigos, resultando na elaboração de uma Unidade Didática (U.D.) com o tema de indução eletromagnética. Dada a escassez de experimentos demonstrativos de circuitos alternados para assimilação em nosso cotidiano, conforme apontado por Erthal e Gaspar (2006), a U.D. foi desenvolvida com o intuito de preencher essa lacuna.

O público-alvo dessa aplicação foi uma turma do terceiro ano do curso de turismo do Ensino Profissional e Tecnológico, na Rede Pública Estadual, na Escola José Bezerra Cavalcante, localizada na cidade de Santa Cruz, interior do Rio Grande do Norte. Os objetivos centrais eram compreender o funcionamento físico do freio magnético e suas aplicações na área tecnológica.

A primeira etapa do trabalho consistiu na construção de um experimento demonstrativo do freio magnético, que envolve a indução eletromagnética. O aparato experimental, conforme mostrado na Figura 01, é composto por um micromotor conectado a um circuito de corrente alternada, com uma pilha de 9v, um disco de alumínio com 12 centímetros de circunferência e 3 milímetros de altura acoplado no eixo, uma caixa, um interruptor e ímãs de neodímio.

Figura 01 – Experimento demonstrativo da aplicação do freio magnético



Fonte: Acervo dos autores (2023)

A participação inicial dos alunos ocorreu por meio de um questionário com sete perguntas, visando avaliar seus conhecimentos em circuitos elétricos. Na segunda etapa, os alunos interagiram com o experimento, verificando se o ímã atraía o alumínio ou outro material ferromagnético. Observaram que o ímã não tinha força de atração com o alumínio, um consenso na sala de aula. No entanto, após o acionamento do circuito, notou-se a rotação do disco de alumínio, que desacelerou quando próximo a um campo magnético. Durante essa interação, os alunos perceberam a desaceleração da rotação e sentiram uma força de repulsão quando o ímã estava em um ângulo perpendicular em relação ao disco, enquanto em um ângulo raso não havia força alguma.

A apresentação do experimento demonstrativo sobre freio magnético começou com a explicação do fenômeno físico da indução eletromagnética, utilizado no trem-bala. Esse fenômeno é regido pela Lei de Faraday-Lenz, que descreve uma força eletromotriz (f.e.m.) induzida diretamente proporcional à taxa de variação do fluxo do campo magnético em um material condutor. Esse movimento produz campo elétrico com corrente elétrica alternada induzida, gerando um campo magnético oposto ao campo magnético original. A expressão matemática para isso é:

$$|\varepsilon| = - \frac{|\Delta\phi|}{\Delta t}$$

onde:

$|\varepsilon|$ = Módulo da força eletromotriz induzida (fem) (V)

$|\Delta\phi|$ = Módulo da variação do fluxo do campo magnético (Wb)

Δt = Variação do tempo (s)

O sinal de negativo (–) representa a Lei de Lenz que estabelece o sentido oposto do campo magnético induzido produzido pela corrente elétrica alternada induzida.

Para facilitar a visualização da Lei de Faraday-Lenz, foi utilizado o simulador PhET. Os alunos conseguiram observar a influência do fluxo do campo magnético em um circuito elétrico com uma lâmpada, entendendo que quanto maior a intensidade do fluxo e/ou da área do condutor, maior será a intensidade da luminosidade da luz.

Na terceira etapa, retomou-se o mesmo questionário inicial, levando em consideração a sequência da unidade didática e a interação com o experimento demonstrativo. Outra atividade planejada e executada em sala foi um exercício sobre a f.e.m. induzida em um contexto cotidiano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao questionário utilizado, composto pelas perguntas terceira, quinta e sétima, que indagam, respectivamente: "Qual o tipo de corrente elétrica mais utilizada no nosso cotidiano?", "De acordo com seus conhecimentos, você já estudou sobre a força eletromotriz?" e "De acordo com seus conhecimentos, cite dois materiais condutores de eletricidade que você mais conhece". As respostas indicam que os alunos possuíam algum entendimento sobre circuitos elétricos, evidenciando conhecimento prévio em relação à corrente alternada, força eletromotriz e materiais condutores. Vale ressaltar que as questões (1, 2, 4 e 6) estão relacionadas à indução eletromagnética. Os dados, apresentados na Tabela 01 a seguir, refletem a porcentagem de respostas para cada questão.

Tabela 01 – Resultado comparativo do questionário antes e depois da aplicação com os alunos

Nº das questões	Perguntas	Respostas inicial	Resposta final
1	Pode-se gerar eletricidade por meio do movimento de um ímã?	100% responderam que não.	100% responderam que sim.
2	Qual o tipo de corrente elétrica chega através das tomadas e interruptores de sua casa, a corrente alternada ou a corrente contínua?	80 % responderam correte alternada.	100 % responderam correte alternada.
4	Quais das grandezas físicas abaixo você conhece?	100 % responderam que conheciam somente campo elétrico.	100 % responderam que conhecia campo elétrico e magnético.
6	De acordo com seus conhecimentos, você conhece alguma aplicação do freio magnético? Cite exemplos.	100 % responderam que não conheciam.	100 % responderam que sim.

Fonte: Criado pelos autores (2023)

A primeira questão abordou a função da força eletromotriz (fem) no contexto da indução eletromagnética, ressaltando seu papel como potencial elétrico nos receptores ou equipamentos elétricos. Na discussão, realizada em formato de roda de conversas para promover interações

sociais, os alunos manipularam ímãs de diferentes tipos, como ímãs de neodímio e ímãs de autofalantes. Observaram as diferentes forças de atração e repulsão entre os ímãs e discutiram sobre a desaceleração do disco de alumínio próximo a um campo magnético.

Durante essa interação, surgiram diversas interpretações, desde explicações relacionadas ao movimento até reflexões mais filosóficas. Ao introduzir conceitos como natureza da corrente alternada induzida, campo magnético induzido e força eletromotriz induzida, o professor desempenhou o papel de mediador para explicar o funcionamento do freio magnético e suas aplicações. Essa abordagem, baseada na teoria sócio-histórico-cultural de Vygotsky, enfatizou a importância da interação social na construção do conhecimento.

A segunda questão revelou uma lacuna no entendimento sobre o tipo de corrente elétrica mais utilizada no cotidiano. Após a abordagem em sala de aula, houve uma melhoria na compreensão, evidenciando a eficácia do método de ensino. A quarta questão mostrou que todos os alunos conheciam apenas o campo elétrico, indicando o êxito das aulas anteriores sobre eletricidade.

A sexta questão inicialmente apontou desconhecimento sobre as aplicações do freio magnético, mas, após a sequência didática e a resposta ao questionário pela segunda vez, todos os alunos conseguiram identificar diversas aplicações, como o trem bala, motores elétricos e transformadores.

Os resultados foram considerados satisfatórios, atingindo 100% das expectativas. Os alunos expressaram que aprendem mais com experimentos demonstrativos e aulas de laboratório, pois conseguem visualizar melhor os fenômenos em comparação com aulas tradicionais que utilizam apenas o quadro para ensinar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das concepções espontâneas dos alunos do ensino médio revelou uma significativa dificuldade na compreensão de conceitos básicos relacionados a circuitos elétricos, especialmente em relação à natureza da corrente elétrica. A abordagem do tema, aliada à sequência da unidade didática, demonstrou resultados que validam a intervenção proposta neste trabalho.

A complexidade da equação matemática inspirou a busca por formas alternativas de apresentar um experimento demonstrativo combinado com conceitos, tornando a assimilação mais simples para os alunos. A conexão com formalismos mais complexos, como a força eletromotriz induzida, foi realizada de maneira eficaz. A interação social mediada pelo

professor desencadeou debates, perguntas e respostas, curiosidades, e motivou a concentração dos alunos na aula, facilitando a compreensão de fórmulas mais sofisticadas, como as relacionadas à indução eletromagnética.

Os resultados obtidos neste trabalho têm potencial para contribuir para a inserção e pesquisa de novos temas, bem como para o desenvolvimento de metodologias de ensino inovadoras, fugindo do modelo tradicional. Essa abordagem pode ser estendida a outros tópicos de conteúdos distintos no ensino médio, visando o aprimoramento das habilidades e competências dos alunos.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, IFRN – *campus* Santa Cruz que, por meio de sua infraestrutura e total auxílio, nos permitiu a execução desse projeto. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por permitir e possibilitar a participação do Programa de Residência Pedagógica – PRP em nossa instituição.

REFERÊNCIAS

ERTHAL, João Paulo Casaro; GASPAR, Alberto. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DEMONSTRAÇÃO PARA O ENSINO DA CORRENTE ALTERNADA AO NÍVEL DO ENSINO MÉDIO: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Trindade, v. 23, n. 3, p. 345-359, dez. 2006. Quadrimestral. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165749>. Acesso em: 11 jun. 2023.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DEMONSTRAÇÕES EM SALA DE AULA: UMA ANÁLISE SEGUNDO O REFERENCIAL DA TEORIA DE VYGOTSKY. **Investigações em Ensino de Ciência**, Bauru, v. 10, n. 2, p. 227-254, 12 ago. 2005. Disponível em:

<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/518>. Acesso em: 12 jun. 2023.

HODSON, Derek. EXPERIMENTOS NA CIÊNCIA E NO ENSINO DE CIÊNCIAS. Tradução: Paulo A. Porto. **Educational Philosophy and Theory**, Auckland, v. 20, n. 3, p. 53-66, out. 1988. Quadrimestral. Disponível em:

<http://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2023.

LEITE, L. Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das Ciências. In: CAETANO, H. V.; SANTOS, M. G. (Orgs.). **Cadernos Didáticos de Ciências 1**. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, 2001. Disponível em:

<https://hdl.handle.net/1822/10295>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MALHEIRO, João Manoel da Silva. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **Actio**: Docência em Ciências, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127, dez. 2016. Quadrimestral. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>. Acesso em: 03 nov. 2023.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Aprendizado e Desenvolvimento**: um processo sócio-histórico. 5. ed. São Paulo: Scipione, 2010. 111 p. (Pensamento e Ação na Sala de Aula).

PAIS, António. **Fundamentos didatológicos e técnico-didáticos de desenho de unidades didáticas para a área de Língua Portuguesa**. 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.11/1072>. Acesso em: 1 nov. 2023.

PAIS, António. **Fundamentos didatológicos e técnico-didáticos de desenho de unidades didáticas para a área de Língua Portuguesa**. 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.11/1072>. Acesso em: 02 nov. 2023.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo. Martins Fontes, p. 163 a 166, 2001. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7723325/mod_resource/content/1/A%20constru%C3%A7ao%20do%20pensamento%20e%20da%20linguagem.pdf. Acesso em: 11 jun. 2023.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A Formação Social da Mente**. Tradução: José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 4ª ed. São Paulo. Martins Fontes, p. 60, 1991. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317710/mod_resource/content/2/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf. Acesso em: 12 jun. 2023.