LUMEN ET VIRTUS
ISSN: 2177-2789

INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA UTILIZANDO O PROTÓTIPO DE UMA MINIUSINA HIDRELÉTRICA DE BAIXO CUSTO

ELECTROMAGNETIC INDUCTION USING A LOW-COST HYDROELECTRIC MINI-PLANT PROTOTYPE

INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA UTILIZANDO UN PROTOTIPO DE MINIUSINA HIDROELÉCTRICA DE BAJO COSTO

https://doi.org/10.56238/levv17n66-071

Data de submissão: 14/10/2026 **Data de publicação:** 14/11/2026

Luana Aparecida Moraes
Graduanda em Licenciatura em Física
Instituição: Universidade do Contestado (UNC)
E-mail: luana.aparecida@aluno.unc.br

Ederson Witt
Professor de Física
Instituição: Universidade do Contestado (UNC)
E-mail: ederson.witt@professor.unc.br

Maristela Povaluk
Professora
Instituição: Universidade do Contestado (UNC)
E-mail: maristela@unc.br

RESUMO

O ensino de Física no Ensino Médio enfrenta desafios relacionados à falta de recursos experimentais, o que dificulta a compreensão de fenômenos abstratos, como a indução eletromagnética. Diante desse cenário, este trabalho apresenta uma abordagem prática fundamentada na construção e aplicação de um protótipo de miniusina hidrelétrica de baixo custo, com o objetivo de investigar como a experimentação acessível pode favorecer a iniciação científica e a aprendizagem significativa dos estudantes. A pesquisa, de caráter qualitativo e bibliográfico, envolveu levantamento teórico, construção do protótipo com materiais simples e testagem do experimento em contexto escolar. Os resultados demonstraram que o modelo permitiu aos alunos visualizar, de forma concreta, a conversão da energia potencial da água em energia elétrica por meio da indução eletromagnética, aproximando teoria e prática e despertando maior engajamento nas aulas. Observou-se também o desenvolvimento de habilidades investigativas, como formulação de hipóteses, análise de dados e argumentação científica, alinhadas às competências previstas na BNCC. Conclui-se que experimentos de baixo custo constituem ferramentas pedagógicas viáveis para superar limitações estruturais das escolas públicas, promovendo um ensino de Física mais inclusivo, contextualizado e significativo.

Palavras-chave: Indução Eletromagnética. Experimentação de Baixo Custo. Ensino de Física. Miniusina Hidrelétrica. Iniciação Científica. BNCC.

ABSTRACT

Physics teaching in Brazilian public high schools often faces structural limitations that restrict experimental activities and hinder students' understanding of abstract concepts such as electromagnetic induction. In this context, this study presents a practical approach based on the construction and application of a low-cost hydroelectric mini-plant prototype, aiming to investigate how accessible experimentation can enhance scientific initiation and meaningful learning. This qualitative and bibliographic research involved theoretical review, prototype construction using simple materials, and testing the experiment in a school environment. The results demonstrated that the model enabled students to clearly observe the conversion of gravitational potential energy into electrical energy through electromagnetic induction, bridging theory and practice and increasing classroom engagement. Students also developed investigative skills such as hypothesis formulation, data analysis and scientific argumentation, aligned with BNCC competencies. The study concludes that low-cost experimental activities are viable pedagogical strategies for overcoming structural challenges in public schools, promoting a more inclusive, contextualized and meaningful Physics education.

Keywords: Electromagnetic Induction. Low-cost Experimentation. Physics Teaching. Hydroelectric Mini-plant. Scientific Initiation. BNCC.

RESUMEN

La enseñanza de Física en las escuelas públicas brasileñas de educación media enfrenta limitaciones estructurales que restringen las actividades experimentales y dificultan la comprensión de conceptos abstractos como la inducción electromagnética. En este contexto, este estudio presenta un enfoque práctico basado en la construcción y aplicación de un prototipo de miniusina hidroeléctrica de bajo costo, con el objetivo de investigar cómo la experimentación accesible puede mejorar la iniciación científica y el aprendizaje significativo. Esta investigación cualitativa y bibliográfica incluyó revisión teórica, construcción del prototipo con materiales simples y prueba del experimento en un entorno escolar. Los resultados demostraron que el modelo permitió a los estudiantes observar claramente la conversión de la energía potencial gravitatoria en energía eléctrica a través de la inducción electromagnética, cerrando la brecha entre teoría y práctica e incrementando el engagement en clase. Los estudiantes también desarrollaron habilidades investigativas como formulación de hipótesis, análisis de datos y argumentación científica, alineadas con las competencias de la BNCC. El estudio concluye que las actividades experimentales de bajo costo son estrategias pedagógicas viables para superar desafíos estructurales en las escuelas públicas, promoviendo una educación en Física más inclusiva, contextualizada y significativa.

Palabras clave: Inducción Electromagnética. Experimentación de Bajo Costo. Enseñanza de Física. Miniusina Hidroeléctrica. Iniciación Científica. BNCC.

1 INTRODUÇÃO

O ensino da disciplina de Física no Ensino Médio apresenta diversos desafios, especialmente quando se trata da experimentação e da iniciação científica. Em grande parte das escolas públicas brasileiras, a ausência de laboratórios equipados, a insuficiência de recursos materiais e a falta de formação continuada dos professores dificultam a realização de atividades práticas. Assim, o ensino da física frequentemente se reduz à exposição teórica e abstrata dos conteúdos, o que contribui para a desmotivação dos alunos e para aumento de dificuldades na compreensão dos fenômenos físicos (Gaspar, 2012; Araújo; Vianna, 2019). Nesse contexto, muitos alunos têm dificuldades em estabelecer relações entre a teoria e a prática, o que compromete seu engajamento com a disciplina e o próprio processo de ensino-aprendizagem.

Diante desse contexto, a utilização de experimentos de baixo custo surge como uma alternativa viável e eficaz para tornar o ensino de Física mais dinâmico, significativo e acessível aos estudantes. Ao empregar materiais simples e de fácil acesso, professores podem elaborar experimentos capazes de demonstrar princípios físicos fundamentais de forma concreta, aproximando o conteúdo da realidade dos estudantes e favorecendo o protagonismo intelectual dos mesmos. A experimentação estimula a curiosidade científica, desencadeia a formulação de hipóteses e promove habilidades investigativas essenciais para o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico (Hodson, 1994; Freire, 1996).

No caso da indução eletromagnética, conteúdo essencial da Física moderna, o desafio é ainda maior, pois trata-se de um fenômeno abstrato, invisível a olho nu, e frequentemente apresentado apenas com fórmulas matemáticas e teoria, o que pode afastar os estudantes da compreensão de sua definição. A visualização do fenômeno por meio de experimentos, torna-se, portanto, uma estratégia indispensável. Assim, o protótipo de miniusina hidrelétrica representa não apenas uma ferramenta didática, mas um recurso capaz de transformar o ensino, permitindo que o aluno observe, questione e compreenda como a energia mecânica pode ser convertida em energia elétrica através da indução eletromagnética.

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça a importância de metodologias investigativas e experimentais no ensino de Ciências da Natureza, estabelecendo que os alunos devem desenvolver competências relacionadas à análise de fenômenos, argumentação científica, resolução de problemas e uso de modelos explicativos. A BNCC aponta explicitamente que o ensino de Física deve favorecer a compreensão dos processos tecnológicos relacionados às transformações de energia e incentivá-los a interpretar criticamente os impactos sociais e ambientais desses processos (Brasil, 2018).

Nesse sentido, este trabalho apresenta uma proposta didática fundamentada na experimentação de baixo custo, com foco na aplicação de um protótipo funcional de miniusina hidrelétrica. A proposta foi aplicada em uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública, no período noturno,

demonstrando como abordagens práticas podem tornar a aprendizagem mais significativa, sobretudo para estudantes que enfrentam condições estruturais limitadas. O experimento permitiu que os alunos visualizassem de forma concreta o princípio da indução eletromagnética e compreendessem como esse processo está presente na geração de energia elétrica utilizada no dia a dia.

Assim, a presente pesquisa buscou analisar os benefícios pedagógicos da experimentação de baixo custo na aprendizagem da indução eletromagnética, destacando sua contribuição para a iniciação científica, para o desenvolvimento das competências previstas na BNCC e para a superação das barreiras estruturais presentes no ensino público brasileiro. A partir desta abordagem, pretende-se demonstrar que, mesmo diante de limitações materiais, é possível promover um ensino de Física mais acessível, contextualizado e significativo.

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Desde os tempos mais remotos, o ser humano procurou maneiras de aproveitar as diversas formas de energia disponíveis na natureza para suprir suas necessidades básicas. Primeiramente, a força animal, a energia dos ventos e a força da água foram fundamentais para a realização de atividades mecânicas, como moer grãos, bombear água ou movimentar moinhos. Com o avanço científico e tecnológico, tais formas rudimentares de energia cederam lugar a métodos mais sofisticados, possibilitando a conversão da energia mecânica em eletricidade, o que ampliou de modo significativo as aplicações práticas e o consumo energético (Tipler; Mosca, 2009).

Dentre as fontes renováveis de energia, a hidráulica ocupa papel de destaque, uma vez que a energia da água explorada com o uso da gravidade, pode ser convertida em energia cinética e, subsequentemente, em energia mecânica de rotação. Nesse processo, turbinas e geradores transformam o movimento da água em eletricidade, por meio do princípio da indução eletromagnética. As usinas hidrelétricas, compostas por barragens, reservatórios, condutos, turbinas e geradores, operam exatamente com base nessa cadeia de transformações energéticas, representando um dos pilares da matriz energética mundial e, especialmente, da matriz brasileira (Halliday; Resnick; Walker, 2016; Mendonça; Nogueira, 2019).

A eletricidade, resultado dessa conversão, tornou-se a forma de energia mais versátil da sociedade contemporânea, presente em praticamente todas as esferas da vida moderna — da iluminação doméstica aos sistemas de transporte, comunicação e produção industrial. A compreensão dos mecanismos físicos que possibilitam essa conversão (o fenômeno da indução eletromagnética) é, portanto, essencial não apenas para a formação científica, mas também para a consciência cidadã sobre o uso racional e sustentável dos recursos energéticos.

O fenômeno da indução eletromagnética foi formalizado no século XIX por Michael Faraday, por meio da relação entre variação de fluxo magnético e a aparição de uma força eletromotriz, segundo

a sua lei; posteriormente, Heinrich Lenz contribuiu com a formulação do sentido da corrente induzida, consolidando o arcabouço teórico da geração de energia elétrica por movimento relativo entre campo magnético e condutor (Feynman; Leighton; Sands, 2008).

Esses princípios permitiram que tecnologias previamente restritas a grandes usinas pudessem ser concebidas também em pequena escala, através de protótipos didáticos e de baixo custo — meios que facilitam o ensino e a aprendizagem da Física de forma concreta e contextualizada.

Nesse contexto, torna-se viável a construção do protótipo de uma "miniusina hidrelétrica", com materiais acessíveis, em ambiente escolar. Tal protótipo simula, em escala reduzida, a conversão de energia potencial da água em energia elétrica via rotação de turbina e indução eletromagnética, possibilitando a visualização imediata do fenômeno e aproximando o conhecimento técnico do cotidiano dos alunos (araújo, 2015).

Além de servir como recurso pedagógico, a utilização de experimentos de baixo custo representa uma estratégia de democratização do ensino de Ciências e da Física, principalmente em escolas públicas que possuem uma infraestrutura e recursos limitados. Essa abordagem permite que os alunos vivenciem o caráter investigativo da ciência, exercitem o pensamento crítico e desenvolvam competências científicas e metodológicas, essenciais para a iniciação científica.

Além disso, BNCC enfatiza a importância de metodologias ativas, da investigação científica e da experimentação no ensino de Ciências da Natureza, orientando que os alunos devem ser os protagonistas de seu próprio aprendizado (Brasil, 2018).

Dessa forma, o presente trabalho intitulado "Uma abordagem prática da indução eletromagnética utilizando um protótipo de miniusina hidrelétrica de baixo custo", tem como objetivo apresentar e analisar a viabilidade e os benefícios dessa abordagem experimental no contexto de uma escola pública. Ao implementar esse protótipo em sala de aula, busca-se tornar tangível um conteúdo tradicionalmente abstrato, promover o protagonismo estudantil e contribuir para a formação de uma consciência crítica e científica, alinhada às diretrizes vigentes da educação.

1.2 JUSTIFICATIVA

O ensino de Física no Ensino Médio, especialmente no contexto das escolas públicas brasileiras, enfrenta diversos desafios, como à falta de infraestrutura, carência de materiais experimentais e ausência de laboratórios adequados. Como consequência, a disciplina tende a ser desenvolvida predominantemente de forma teórica, com aulas expositivas e uma abordagem conteudista que muitas vezes não dialoga com a realidade dos alunos. Essa limitação dificulta a compreensão dos conceitos físicos e impede que os alunos percebam a aplicação prática dos fenômenos estudados, o que compromete sua motivação, seu desempenho e seu engajamento no processo de ensino aprendizagem (Franco; Lima; Pietrocola, 2018).

A Física, contudo, é uma ciência essencialmente experimental. Sua construção histórica sempre esteve vinculada à observação sistemática da natureza, à formulação de hipóteses e à verificação por meio de experimentações controladas, etapas fundamentais do método científico (Feynman; Leighton; Sands, 2008). Dessa forma, o afastamento dos estudantes das práticas experimentais representa um distanciamento da própria essência da disciplina e de seus propósitos formativos.

Nesse contexto, a construção e aplicação de uma miniusina hidrelétrica de baixo custo se apresenta como uma oportunidade pedagógica extremamente eficaz, ao permitir que os alunos observem, de maneira prática, a conversão da energia potencial da água em energia elétrica por meio da indução eletromagnética. O protótipo funciona como um recurso didático que materializa princípios abstratos — como fluxo magnético, força eletromotriz e funcionamento de geradores — facilitando a compreensão conceitual e fortalecendo a relação entre teoria e prática (Tipler; Mosca, 2009; Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Além disso, práticas experimentais como essa favorecem a iniciação científica no Ensino Médio, desenvolvendo habilidades essenciais, como:

- observação crítica de fenômenos;
- coleta e análise de dados;
- raciocínio lógico-matemático;
- formulação e testagem de hipóteses;
- argumentação fundamentada em evidências.

Competências essas que são fundamentais não apenas para o aprendizado da Física, mas também para a formação científica e intelectual do estudante, preparando-o para desafios acadêmicos e profissionais futuros (Mortimer; Machado, 2019).

Diante disso, este trabalho se justifica pela necessidade de promover um ensino de Física mais acessível, investigativo e conectado à realidade do aluno, especialmente em escolas com recursos limitados, onde atividades experimentais de baixo custo, podem contribuir para superar barreiras estruturais, estimular o interesse dos estudantes e fortalecer práticas pedagógicas alinhadas à BNCC. Assim, a proposta apresentada não apenas facilita a aprendizagem de conceitos fundamentais da Física, como também promove o desenvolvimento da autonomia, da criatividade e do pensamento científico — elementos indispensáveis à formação integral dos jovens.

1.3 PROBLEMA

O ensino de Física nas escolas públicas brasileiras enfrenta limitações estruturais que impactam diretamente a realização de atividades experimentais e, consequentemente, o processo de iniciação

científica. A falta de laboratórios, a falta de materiais adequados e o tempo reduzido destinado à disciplina de Física tornam a experimentação pouco recorrente no cotidiano escolar, e, como resultado, muitos estudantes têm contato apenas com abordagens teóricas, distanciando-se dos procedimentos fundamentais do método científico (Franco; Lima; Pietrocola, 2018).

Considerando esses desafios, este trabalho parte de uma questão central: Como a experimentação de baixo custo pode ser utilizada como ferramenta para promover a iniciação científica e a aprendizagem significativa no ensino de Física no Ensino Médio, especialmente em escolas públicas que possuem infraestrutura e recursos limitados?

Dentro desse questionamento mais amplo, surge um problema específico relacionado ao conteúdo de eletromagnetismo, tradicionalmente considerado abstrato pelos alunos. A proposta da aplicação do protótipo de uma miniusina hidrelétrica didática fornece um contexto concreto para explorar o fenômeno da indução eletromagnética — conceito fundamental para compreender diversos processos tecnológicos presentes no cotidiano, como o funcionamento de geradores, motores e transformadores (Tipler; Mosca, 2009; Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Assim, o problema específico investigado neste trabalho pode ser formulado da seguinte forma: Como a a utilização de uma miniusina hidrelétrica de baixo custo pode facilitar na compreensão do fenômeno da indução eletromagnética entre estudantes do Ensino Médio, tornando o ensino de Física mais acessível, contextualizado e significativo?

Ao buscar responder a essa questão, o estudo pretende demonstrar o potencial formativo da experimentação acessível como estratégia de iniciação científica, contribuindo para a formação de estudantes mais críticos e preparados para futuros desafios acadêmicos e profissionais.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar como a experimentação de baixo custo pode atuar como ferramenta pedagógica para promover a iniciação científica e a aprendizagem significativa no ensino de Física no Ensino Médio, por meio da aplicação de um protótipo de uma miniusina hidrelétrica que permita demonstrar, de forma prática, o fenômeno da indução eletromagnética.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Analisar a importância da experimentação como estratégia para o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia investigativa e da iniciação científica dos estudantes.
2. Pesquisar, selecionar e avaliar experimentos de baixo custo adequados ao Ensino Médio, especialmente aqueles relacionados aos conteúdos de eletricidade e eletromagnetismo.

3. Construir um protótipo funcional de miniusina hidrelétrica utilizando materiais acessíveis, simples e de baixo custo, de modo a demonstrar a conversão de energia mecânica em energia elétrica por indução eletromagnética.
4. Aplicar e demonstrar o experimento a estudantes do Ensino Médio, contextualizando o fenômeno físico envolvido e integrando teoria e prática.
5. Avaliar a compreensão conceitual e o engajamento dos estudantes após a experiência prática, observando sua contribuição para o aprendizado significativo e para o interesse pela investigação científica.

1.5 REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino de Física no Brasil historicamente tem sido marcado por uma abordagem predominantemente teórica, centrada na resolução de exercícios e na memorização de fórmulas, com pouca ênfase na experimentação e na investigação científica (Pietrocola, 2001). Essa prática, ainda comum em muitas escolas públicas, contribui para o distanciamento dos estudantes em relação ao conhecimento científico, reforçando a ideia de que a Física é uma disciplina abstrata, complexa e de pouca conexão com o cotidiano. Segundo Moreira (2012), a ausência de práticas contextualizadas compromete a aprendizagem, uma vez que os alunos não conseguem estabelecer relações entre os conceitos estudados e sua experiência concreta no mundo real.

Além disso, o modelo tradicional de ensino frequentemente desconsidera o contexto sociocultural dos estudantes e limita a participação ativa na construção do conhecimento. Em vez de promover a investigação, grande parte das aulas se baseia na transmissão de conteúdos prontos, dificultando o desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade e da autonomia intelectual (Gaspar, 2015). Diante dessa realidade, torna-se necessário adotar metodologias que favoreçam uma aprendizagem ativa, participativa e contextualizada, entre elas, a experimentação e a iniciação científica como práticas fundamentais para o ensino médio.

A experimentação é reconhecida como uma das metodologias mais eficazes para tornar o ensino de Física mais acessível, concreto e significativo. Ao manipular materiais, observar fenômenos, formular hipóteses e interpretar resultados, o aluno desenvolve habilidades cognitivas essenciais à alfabetização científica (Hodson, 1994).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforçam a importância de atividades investigativas como forma de promover aprendizagem significativa, compreensão conceitual e aproximação da ciência real (Brasil, 2018). De acordo com a BNCC, o ensino de Ciências da Natureza deve incentivar o protagonismo dos estudantes, o pensamento crítico e a resolução de problemas a partir de práticas experimentais que estabeleçam relação entre teoria e prática.

A iniciação científica se constitui como uma estratégia pedagógica essencial para desenvolver a curiosidade, o raciocínio lógico e a autonomia investigativa dos estudantes. Ela introduz o aluno na linguagem da ciência, permitindo que compreenda como se produz conhecimento científico e como realizar etapas fundamentais da pesquisa: formular problemas, levantar hipóteses, testar previsões, analisar dados e comunicar resultados (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011). No ensino médio, essa abordagem é particularmente relevante, pois coincide com uma fase de amadurecimento cognitivo e tomada de decisões sobre trajetórias acadêmicas e profissionais.

Pesquisas apontam que práticas experimentais simples, quando bem estruturadas, têm um impacto significativo no engajamento dos estudantes e no aprendizado conceitual, especialmente em contextos com limitações estruturais (Silva; Pietrocola, 2013).

A experimentação de baixo custo também favorece a interdisciplinaridade, permitindo estabelecer relações com outras áreas, como Matemática, Química, Biologia e Arte. Além disso, fortalece a prática docente, pois incentiva o professor a criar, adaptar e refletir sobre suas próprias intervenções pedagógicas, transformando o ensino de Física em um processo dinâmico e contextualizado.

A experimentação científica torna-se uma estratégia fundamental para garantir que as diretrizes educacionais sejam efetivamente colocadas em prática. Ao possibilitar o desenvolvimento de atividades experimentais acessíveis, essa abordagem contribui para a democratização do conhecimento científico e para o fortalecimento da função social da escola, ampliando oportunidades de aprendizagem e reduzindo desigualdades.

Por fim, a implementação da iniciação científica e da experimentação de baixo custo demanda formação e valorização docente. É essencial que o professor conheça os fundamentos da metodologia científica e seja capaz de planejar, conduzir e mediar atividades investigativas de forma criativa e reflexiva. A formação continuada, a participação em grupos de pesquisa, o intercâmbio de práticas pedagógicas e a organização de feiras científicas são estratégias que fortalecem a atuação docente e favorecem a construção de ambientes escolares mais dinâmicos e inclusivos (Mortimer; Scott, 2002).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa desenvolvida neste trabalho, caracteriza-se como qualitativa e bibliográfica, fundamentando-se na análise de materiais científicos e referenciais teóricos voltados ao ensino de Física, iniciação científica e experimentação de baixo custo. Segundo Gil (2019), a pesquisa bibliográfica possibilita ao pesquisador aprofundar-se em conceitos, metodologias e discussões já consolidadas, oferecendo suporte teórico para a compreensão de fenômenos educacionais. A abordagem qualitativa, permite interpretar e compreender práticas pedagógicas e processos formativos a partir de uma análise reflexiva e contextualizada, o que se mostra pertinente ao objetivo deste estudo,

centrado na compreensão das potencialidades da experimentação acessível no ensino de Física (Minayo, 2014).

Para a construção da fundamentação teórica, foram consultados livros, artigos científicos, teses, dissertações, legislações e documentos normativos, especialmente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e artigos/trabalhos acadêmicas sobre metodologias investigativas e práticas experimentais no ensino de Ciências e Física. Também foram utilizados materiais de domínio público provenientes de bases como SciELO, Google Scholar e repositórios universitários.

Como parte essencial deste trabalho, realizou-se a construção de um experimento de baixo custo: uma mini usina hidrelétrica didática destinada a demonstrar o fenômeno da indução eletromagnética. Para sua elaboração, utilizaram-se os seguintes materiais: ímã de neodímio, bobina, eixo rotacional simples feito com colheres de plástico, recipiente plástico para armazenamento de água e demais ferramentas básicas. A seleção de materiais priorizou a viabilidade para docentes e estudantes da rede pública, buscando garantir acessibilidade e replicabilidade.

O procedimento metodológico incluiu o levantamento teórico sobre experimentação didática, seguido da construção, testagem e documentação do protótipo. Em seguida, realizou-se uma análise qualitativa de sua aplicabilidade no Ensino Médio, tomando como critérios a aprendizagem significativa, a relação com os conceitos de indução eletromagnética, a capacidade de promover a iniciação científica e o alinhamento às competências e habilidades propostas pela BNCC. Nessa etapa, foram utilizados referenciais de autores como Pozo e Crespo (2009), Krasilchik (2011), Gaspar (2010) e Pietrocola (2005), que discutem a importância da investigação científica como eixo estruturante do ensino de Ciências.

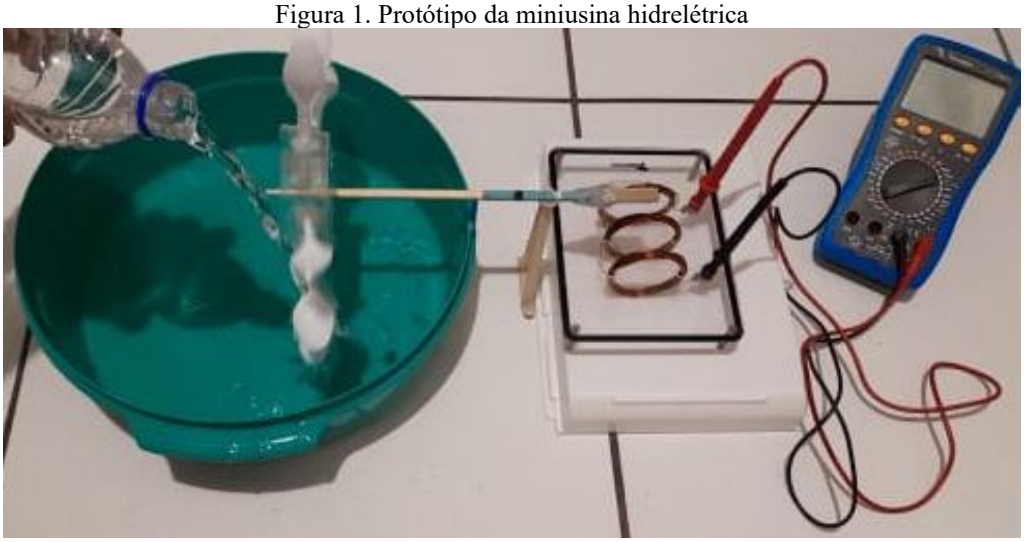
O desenvolvimento desta pesquisa seguiu o seguinte cronograma: (1) levantamento bibliográfico e análise dos documentos oficiais no primeiro mês; (2) seleção e estudo aprofundado sobre experimentação de baixo custo no segundo mês; (3) construção e testagem do protótipo durante o segundo e terceiro mês; (4) análise pedagógica no quarto mês; (5) redação do trabalho entre o quarto e quinto mês; e (6) revisão e ajustes finais no sexto mês.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação do protótipo da mini usina hidrelétrica (Figura 1) possibilitou observar, na prática, conceitos fundamentais da indução eletromagnética estudados na disciplina de Física. O modelo consistia em uma pequena turbina acionada pelo fluxo de água, acoplada ao eixo de um motor DC utilizado como gerador. À medida que a água caía sobre as pás da turbina, ocorria a conversão da energia potencial gravitacional em energia mecânica de rotação. O movimento do eixo fazia com que o enrolamento interno do motor cortasse as linhas de campo magnético produzidas pelo ímã

permanente, produzindo uma corrente elétrica induzida, conforme descrito pela Lei de Faraday da Indução Eletromagnética (Figura 2). A energia elétrica gerada foi utilizada para acender um LED, permitindo aos estudantes visualizar a conversão energética de forma concreta.

Figura 1. Protótipo da miniusina hidrelétrica



Fonte: A autora (2025)

Figura 2. Esquema de funcionamento da indução eletromagnética



Fonte: A autora (2025)

Figura 3. Esquema de funcionamento da usina hidrelétrica



Fonte: A autora (2025)

Após a aula e a demonstração do protótipo, a acadêmica pediu que os alunos respondessem à uma atividade com 7 questões, sobre a aula ministrada (Figura 4). Durante o desenvolvimento da atividade, os estudantes demonstraram alto nível de interesse e participação. Dos 17 alunos presentes, 14 envolveram-se ativamente na aula, realizando anotações e fazendo perguntas ao longo da explicação do experimento. Apenas três apresentaram dispersão e muita conversa durante alguns momentos da explicação, mas ainda assim concluíram a atividade proposta. Um único aluno não participou do processo e não entregou a atividade.

Figura 4. Atividade sobre a aula ministrada

Data: 08/10/2025. Professora: Luana Moraes.
Aluno: _____

Energia hidrelétrica e o princípio da indução eletromagnética.

A primeira usina hidrelétrica do Brasil e da América do Sul, foi inaugurada em 1883, em Diamantina/MG. Atualmente, mais de 60% da eletricidade consumida no país vem de usinas hidrelétricas, resultado da abundância de rios com grandes quedas d'água em território o nacional. Um dos exemplos mais famosos é a Usina de Itaipu (imagem 1), localizada no rio Paraná, na fronteira entre Brasil e Paraguai.



Imagem1. Usina Hidrelétrica de Itaipu.

Ela é considerada uma das maiores usinas hidrelétricas do mundo e é responsável por fornecer 8,6% da energia elétrica consumida no Brasil. Para que uma usina hidrelétrica possa gerar eletricidade, é necessário utilizar um fenômeno físico muito importante: a **indução eletromagnética**. Descoberto no século XIX por Michael Faraday, esse fenômeno ocorre sempre que há movimento relativo entre um campo magnético e uma bobina condutora, fazendo surgir uma corrente elétrica (imagem 2).

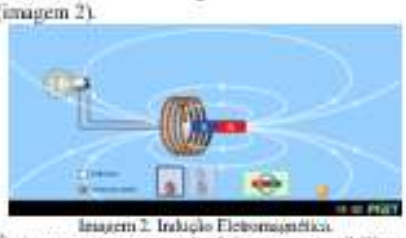


Imagem 2. Indução Eletromagnética.

É justamente esse princípio que possibilita o funcionamento dos geradores das hidrelétricas: a água é armazenada em uma barragem e, quando liberada, a queda d'água movimenta turbinas. As turbinas giram os geradores que transformam energia mecânica em elétrica. Depois, a eletricidade é levada pelas linhas de transmissão até as cidades.



No protótipo apresentado, a água em queda faz girar a turbina que está ligada ao eixo de um motor, que funciona como gerador. O movimento gera corrente elétrica por indução eletromagnética. Em pequena escala, é o mesmo processo que acontece em uma usina hidrelétrica.

Atividade

1. No protótipo apresentado pela professora, qual parte corresponde à turbina e qual parte corresponde ao gerador?

_____

2. Quais são as principais transformações de energia que ocorrem em uma usina hidrelétrica?

_____

3. A água faz girar a turbina. Que tipo de energia a água possui antes de movimentar a turbina?

_____

_____

4. Qual fenômeno físico explica a geração da corrente elétrica no protótipo?

_____

_____

5. Explique, com suas palavras, o que é indução eletromagnética.

_____

_____

6. Se a queda d'água for maior (com maior pressão), o que acontece com a intensidade da energia elétrica gerada? Justifique sua resposta.

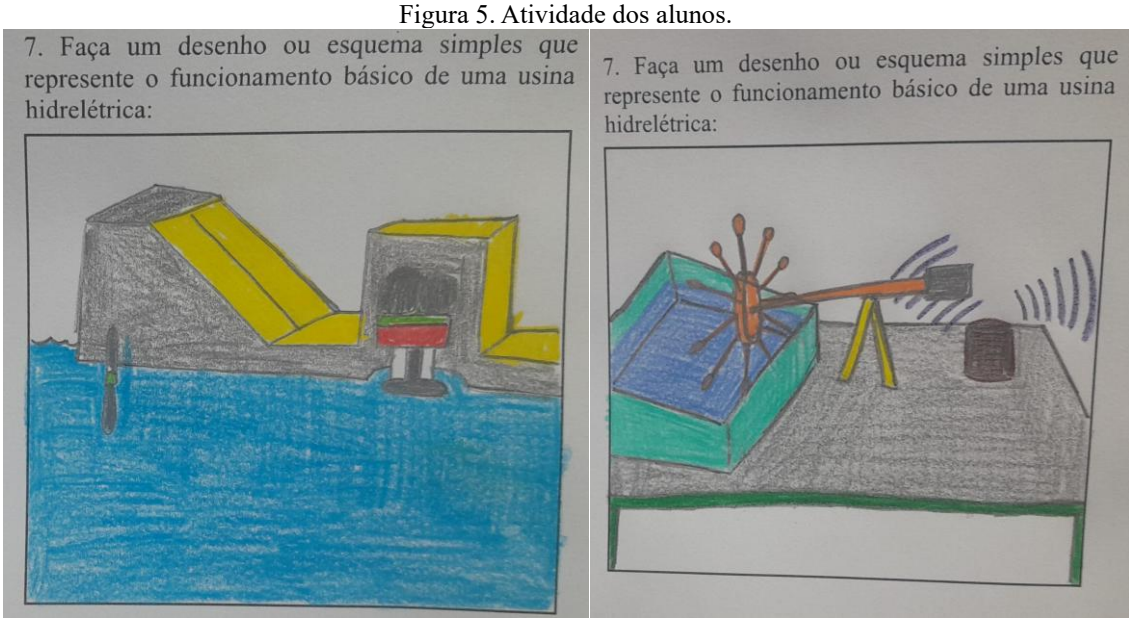
_____

_____

7. Faça um desenho ou esquema simples que represente o funcionamento básico de uma usina hidrelétrica:

Fonte: A autora (2025)

Figura 5. Atividade dos alunos.



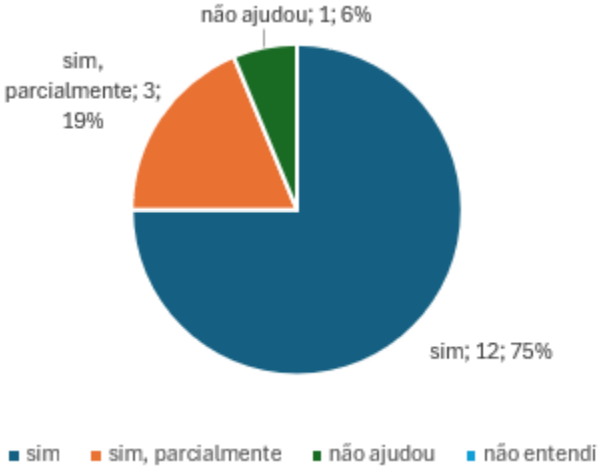
Fonte: A autora (2025)

A análise das respostas dos estudantes mostrou que a maior parte deles compreendeu adequadamente os princípios físicos envolvidos no funcionamento do protótipo, especialmente no que se refere à transformação de energia e ao fenômeno da indução eletromagnética. Isso indica que o uso de experimentação prática contribuiu significativamente para a aprendizagem, reforçando a ideia de que atividades investigativas e de baixo custo tornam os conteúdos mais acessíveis e favorecem a compreensão conceitual.

Os resultados demonstram que estratégias baseadas em experimentos concretos são eficazes para promover o engajamento e facilitar a compreensão de conceitos abstratos no ensino de Física. Além disso, a atividade mostrou-se inclusiva e adequada a diferentes ritmos de aprendizagem, pois permitiu que os estudantes visualizassem fenômenos que, muitas vezes, são compreendidos apenas de forma teórica. A participação majoritária dos alunos reforça a importância de inserir práticas experimentais, mesmo que simples, no contexto escolar, contribuindo para uma formação crítica, contextualizada e alinhada à BNCC, que incentiva o protagonismo estudantil e o desenvolvimento de competências científicas.

Por fim, como forma de avaliar o desempenho da aula ministrada, a acadêmica aplicou aos alunos, ao final da atividade, um questionário composto por cinco questões relacionadas à compreensão do conteúdo e ao experimento. Dos 17 alunos presentes no dia, 16 responderam à avaliação. Os resultados demonstraram uma aceitação amplamente positiva: a maior parte dos alunos afirmou que o experimento contribuiu significativamente para a compreensão do fenômeno estudado, como pode ser observado no gráfico abaixo:

Gráfico 1. Avaliação de compreensão do experimento.



Fonte: A autora (2025)

Ainda, 75% dos alunos declararam que o experimento “ajudou muito”, enquanto 18,8% afirmaram que o experimento “ajudou parcialmente”, e apenas uma pequena parcela indicou que o experimento não contribuiu conforme esperado. Não houve registros de incompreensão total. Esses dados evidenciam que a estratégia prática adotada foi eficaz para promover o interesse, a participação ativa e a aprendizagem dos estudantes, reforçando a importância do uso de experimentos de baixo custo no ensino de Física.

4 CONCLUSÃO

Diante do exposto, torna-se evidente que o ensino de Física no Ensino Médio necessita ultrapassar os limites da abordagem exclusivamente teórica para alcançar um sentido real e significativo na formação dos estudantes. A adoção da experimentação de baixo custo, articulada com práticas de iniciação científica, demonstra ser uma alternativa viável, acessível e pedagogicamente eficaz, especialmente no contexto das escolas públicas, onde a escassez de recursos muitas vezes inviabiliza práticas laboratoriais tradicionais.

A construção e aplicação do protótipo da miniusina hidrelétrica evidenciaram que atividades experimentais simples, quando bem estruturadas e intencionalmente planejadas, são capazes de promover um aprendizado mais ativo e engajador. Os estudantes envolvidos demonstraram compreensão dos conceitos fundamentais de indução eletromagnética, participaram da aula e realizaram as atividades propostas, o que reforça o potencial desse tipo de metodologia para tornar os conteúdos mais concretos e menos abstratos.

Além de contribuir para o desenvolvimento conceitual, a experimentação favorece habilidades essenciais previstas pela BNCC, como pensamento crítico, autonomia intelectual, criatividade, resolução de problemas e argumentação baseada em evidências. Essas competências ultrapassam a função disciplinar e dialogam diretamente com a formação integral do sujeito.

Os resultados observados indicam que práticas de baixo custo não são apenas alternativas possíveis, mas instrumentos potentes para democratizar o acesso ao conhecimento científico, reduzindo desigualdades e aproximando a ciência do cotidiano dos estudantes. Ainda que alguns desafios como a limitação de tempo, formação docente e falta de infraestrutura permaneçam, iniciativas como esta mostram que é possível inovar mesmo em cenários restritos.

Assim, este trabalho reforça a necessidade de continuar investigando, propondo e testando estratégias que unam criatividade, ciência e realidade escolar. A experimentação acessível, quando integrada à iniciação científica, não apenas qualifica o ensino de Física, mas também abre caminhos para que os estudantes se reconheçam como protagonistas na construção do próprio conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e direcionamento em cada etapa desta jornada. À minha família, pelo apoio, incentivo e compreensão durante o desenvolvimento deste trabalho. Ao professor Ederson Witt, pela orientação, confiança e pelas contribuições fundamentais que enriqueceram esta pesquisa. À Escola em que o estudo foi realizado, pela abertura e acolhimento, bem como aos estudantes que participaram da atividade experimental, cuja curiosidade e entusiasmo tornaram este projeto ainda mais significativo. Agradeço também aos autores e pesquisadores cujos estudos fundamentaram esta produção, e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Cada apoio recebido foi essencial para a concretização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. R. de. *Ensino de Física por meio de experimentos de baixo custo: potencialidades e desafios*. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) — Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

ARAÚJO, R. S.; VIANNA, D. M. *Educação científica e práticas experimentais no ensino de Física*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 36, n. 1, p. 123–146, 2019.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br. Acesso em: 18 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC, 1998.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. *The Feynman Lectures on Physics* – Vol. II. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRANCO, L. F.; LIMA, J. P.; PIETROCOLA, M. *Ensino de Física e experimentação: desafios e perspectivas na escola pública*. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 11, n. 2, p. 45–62, 2018.

GASPAR, A. *Ensino de Física: diálogos sobre experimentação e aprendizagem*. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

GASPAR, A. *Experimentos de Física: guia do professor*. São Paulo: Ática, 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física – Volume 3: Eletromagnetismo*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HODSON, D. *Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion*. Journal of Curriculum Studies, v. 26, n. 2, p. 115–135, 1994.

MENDONÇA, A. C.; NOGUEIRA, L. P. A. *Energia Hidrelétrica no Brasil: Potencial, Uso Sustentável e Perspectivas*. São Paulo: Ed. Energia Viva, 2019.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: da teoria à prática*. São Paulo: Vetor, 2012.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. *Ensino por investigação e desenvolvimento do pensamento científico*. Cadernos de Pesquisa em Educação, v. 19, n. 3, p. 120–138, 2019.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. *Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências*. Investigações em Ensino de Ciências, v. 7, n. 3, p. 283–306, 2002.

OLIVEIRA, J. L.; ROCHA, J. R. *Experimentação de baixo custo no ensino de Física: possibilidades e desafios*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 4, 2010.

PIETROCOLA, M. (org.). *Física: ensino e aprendizagem*. São Paulo: FTD, 2001.

SILVA, J. C.; PIETROCOLA, M. *O papel da experimentação no ensino de Física em contextos de baixa infraestrutura*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2, p. 240–260, 2013.

TIPLER, P.; MOSCA, G. *Física para Cientistas e Engenheiros*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.