

DO PARQUE EÓLICO À ESCOLA: CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO EM ANGICOS-RN

Athaanderson Edson Matias dos Santos¹, Layza Vitoria Nogueira de Oliveira¹, Gislene Micarla Borges de Lima¹, José Luciano da Fonseca Filho¹, Arthur Vitor Tavares de Andrade¹

*¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Angicos, Brasil
(athaanderson.santos@alunos.ufersa.edu.br)*

Resumo: O presente trabalho relata a construção de protótipos didáticos de aerogeradores, desenvolvidos por graduandos do PET Conexões de Saberes – Comunidades do Campo, com impressão 3D e materiais reciclados. Fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa e nas diretrizes da BNCC, a ação visa aproximar os conceitos de eletromagnetismo à realidade eólica de Angicos-RN, promovendo ensino de Física contextualizado nas escolas públicas da região.

Palavras-chave: PET; Eletromagnetismo; Ensino de Física; Impressão 3D.

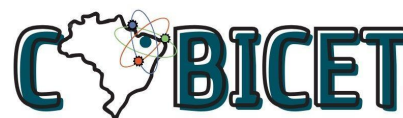
INTRODUÇÃO

A articulação entre ensino, pesquisa e extensão constitui um dos pilares fundamentais da educação superior brasileira, encontrando no Programa de Educação Tutorial (PET) uma estrutura consolidada para a efetivação dessa indissociabilidade. Conforme as diretrizes institucionais do programa (Brasil, 2006), o PET busca promover a formação acadêmica e cidadã dos discentes a partir do compromisso social, da autonomia intelectual, da liderança e da integração entre os diferentes eixos universitários. Nesse contexto, o grupo PET Conexões de Saberes – Comunidades do Campo desenvolve ações voltadas ao diálogo entre o conhecimento científico e as realidades socioeconômicas e culturais vivenciadas por populações rurais, do semiárido e do interior.

No contexto socioeconômico do Rio Grande do Norte (RN), essa proposta torna-se especialmente relevante, uma vez que o estado ocupa posição de destaque nacional na produção de energia elétrica proveniente da fonte eólica. Conforme Borges *et al.* (2025) devido às características naturais do estado do RN e do forte crescimento de novos parques eólicos, “o estado do RN deverá manter-se como protagonista no crescimento da produção de energia eólica no Brasil nos próximos anos”, muito embora “possa ser ultrapassado pelo estado da Bahia em termos de capacidade instalada”. Em municípios do interior, como Angicos, a presença constante de ventos e a proximidade com parques eólicos integram o cotidiano da população, fazendo da energia eólica uma tecnologia presente na realidade local.

Entretanto, essa convivência com os aerogeradores nem sempre se traduz em compreensão científica acerca dos fenômenos físicos envolvidos na geração de energia elétrica. Os conceitos vinculados ao magnetismo, à indução eletromagnética e à conversão de energia frequentemente permanecem abstratos para os alunos da educação básica, apesar de estarem associados a uma tecnologia presente em seu entorno (Gonçalves *et al.*, 2017). Essa defasagem no entendimento reflete um contexto histórico, uma vez que a educação brasileira sempre foi fundamentada na memorização passiva do conteúdo, uma abordagem educacional enciclopédica, focada em informações teóricas e gramaticais, desprovida de qualquer conexão com a prática ou com a realidade dos estudantes. Contudo, em contraposição a essa tradição, o aprendizado em física e nas ciências em geral exige mais do que apenas uma lousa e um caderno; requer uma visualização dos fenômenos que evidencie a verdadeira necessidade do uso de materiais táteis e visuais. As atividades experimentais e os recursos didáticos diversificados favorecem a aprendizagem significativa dos conteúdos de Física, possibilitando que os estudantes visualizem fenômenos que, muitas vezes, permanecem abstratos quando apresentados apenas de forma teórica (Scariot *et al.*, 2021).

Para atenuar essa lacuna entre a vivência cotidiana e a compreensão científica dos fenômenos físicos associados à geração de energia eólica, este artigo relata a primeira etapa de uma ação extensionista desenvolvida por graduandos dos cursos de Bacharelado em Sistemas de Informação e de Ciência



e Tecnologia integrantes do grupo PET Conexões de Saberes – Comunidades do Campo, realizada no primeiro semestre de 2026. Esta fase inicial concentrou-se na pesquisa, modelagem computacional e construção instrumental de experimentos didáticos relacionados à aerogeradores, visando à consolidação de um aparato tecnológico e pedagógico que será posteriormente aplicado em escolas públicas do município de Angicos e regiões circunvizinhas, por meio de ações de divulgação científica e oficinas interativas voltadas às comunidades escolares do campo.

A proposta fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Segundo Ausubel (1963; 2003), a aprendizagem significativa ocorre quando novos conhecimentos se relacionam, de maneira não arbitrária e substantiva, a conceitos previamente existentes na estrutura cognitiva do estudante, denominados “subsunçores”. Nesse sentido, o projeto relatado parte da premissa que a convivência cotidiana dos alunos com a infraestrutura eólica presente na região favorece a formação de concepções espontâneas sobre vento, eletricidade e geração de energia, constituindo uma base potencial para a construção de conhecimentos científicos mais elaborados. Assim, busca-se estabelecer uma conexão entre a realidade local e o ensino de Física, utilizando as características naturais da região, especialmente os ventos predominantes em Angicos, como ponto de partida para a compreensão dos princípios físicos associados ao funcionamento dos aerogeradores.

Para promover essa articulação entre os saberes empíricos e os modelos científicos formais da Física, propõe-se o uso de “organizadores prévios”, entendidos como instrumentos mediadores capazes de funcionar como pontes cognitivas entre aquilo que o estudante já conhece e os novos conteúdos a serem aprendidos (AUSUBEL, 2003). Neste trabalho, o organizador prévio consiste em protótipos funcionais de gerador eólico de baixo custo, desenvolvido com impressão 3D e componentes eletrônicos básicos e motores de corrente contínua. Os dispositivos foram concebidos como recurso didático capaz de tornar visíveis e manipuláveis fenômenos físicos relacionados à indução eletromagnética, ao campo magnético e à transformação de energia, favorecendo uma aprendizagem mais contextualizada, crítica e significativa.

Além disso, a proposta dialoga diretamente com as orientações da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio, especialmente na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil,

2018). A construção e futura utilização dos protótipos contemplam a habilidade EM13CNT106, ao estimular a análise de tecnologias relacionadas à geração e ao consumo de energia elétrica, considerando aspectos como eficiência, custo-benefício e características geográficas locais. De modo complementar, o experimento também atende à habilidade EM13CNT107, ao possibilitar a realização de previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores elétricos, bobinas e demais componentes envolvidos nos processos de transformação de energia. Dessa forma, a ação extensionista articula ensino, pesquisa e extensão ao promover a aproximação entre ciência, tecnologia e realidade local, fortalecendo práticas educativas contextualizadas e socialmente significativas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho consiste em um relato de experiência da primeira etapa de uma ação de extensão e pesquisa tecnológica, vinculada ao PET. A proposta foi estruturada a partir da integração de estudantes de dois cursos: Bacharelado em Sistema da Informação e Ciência e Tecnologia. A iniciativa buscou articular conhecimentos interdisciplinares na construção de recursos didáticos voltados ao ensino de Física em comunidades escolares.

Inicialmente, os estudantes participantes foram orientados pela professora tutora, responsável pela atividade, a realizarem estudos teóricos sobre fundamentos conceituais de eletricidade e magnetismo, tomando como material de referência básico o livro elaborado pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GrEF). Esta etapa teve como objetivo oportunizar aos estudantes envolvidos no projeto uma formação técnica mais consolidada, compreendendo conceitos físicos relacionados com o eletromagnetismo.

Após a fase introdutória, as atividades foram divididas conforme a área de formação dos estudantes. Os discentes do curso de Bacharelado em Sistemas da Informação dedicaram-se ao estudo de ferramentas de modelagem e prototipagem digital, com ênfase inicial na plataforma TinkerCAD, além de domínio na impressão física de peças.

Paralelamente, os estudantes do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia atuam na parte de domínio de componentes eletrônicos, integrados aos projetos desenvolvidos. Estes alunos-pesquisadores planejam fazer testes com motores acoplados às hélices produzidas e desenvolvimento de circuito elétrico incorporação de Diodos de Emissão de Luz (LEDs).

A inserção de LEDs ao sistema visa permitir que estes sirvam durante a aplicação em ambiente escolar

de indicadores de produção de tensão. O LED vermelho precisa de uma tensão próxima de 1,8 V para funcionar, o LED verde por volta de 2,2 V e o LED azul por volta de 3,0 V.

Atualmente, muitos projetos prontos podem ser acessados em ambientes virtuais. Para a criação do projeto foi possível obter a base e sua estrutura prontas, através do site da Thingiverse, comunidade de *design*, a qual permite criar e compartilhar objetos feitos em modelagem 3D. Na Figura 1 é possível ver o projeto usado para a construção do sistema de geração eólico.

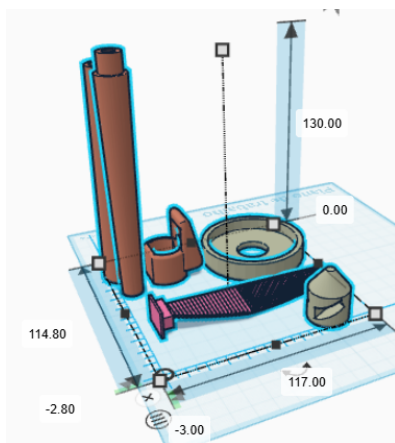


Figura 1. Modelo 3D retirado de Thingiverse (2026).
Fonte: autoria própria.

Para construção da estrutura física, que permite a transformação de energia eólica em energia elétrica, é preciso a inserção de mini aerogeradores. Na Figura 2 é possível ver a base de encaixe. A ação desenvolvida pelo grupo conta com a estratégia de fazer uso de materiais recicláveis da área de eletrônica, aproveitando motores de carcaça de impressora.

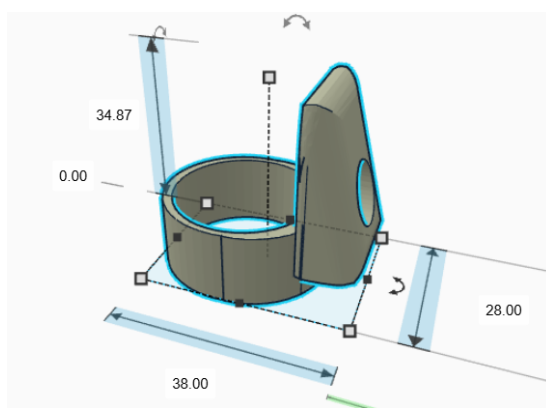


Figura 2. Modelo 3d do motor modificado para se adaptar ao motor usado na pesquisa. Fonte: autoria própria.

Na Figura 3 é possível observar o processo de impressão das pás do aerogerador. As pás dos

aerogeradores modernos seguem o perfil aerodinâmico aerofólio, com seção transversal assimétrica semelhante à asa de um avião, o que gera sustentação e converte o vento em rotação com alta eficiência. A geometria mais comum é a pá torcida e afunilada, mais larga e com maior ângulo de ataque na raiz, estreitando-se gradualmente até a ponta, otimizando o aproveitamento do vento ao longo de todo o comprimento. Atualmente, o padrão consolidado na indústria é o rotor de três pás, pois equilibra de forma ideal a eficiência energética, a estabilidade estrutural, o nível de ruído e o custo de fabricação e manutenção.

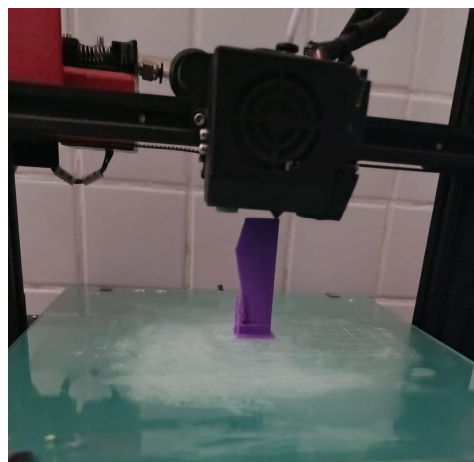


Figura 3. Fabricação das hélices. Fonte: autoria própria.

A Figura 4 mostra o processo de fabricação da base usada para construção de um das estruturas de geração.



Figura 4. Fabricação das hastes de sustentação da turbina.

Na Figura 5 tem-se todos os componentes que formam a estrutura de um aerogerador mais comum encontrado nos parques eólicos do estado do RN. As partes principais são: rotor (conjunto das pás com o cubo), torre, a base e a nacela.



Figura 5. Peças impressas. Fonte: autoria própria.

A Figura 6 mostra o protótipo com todos os seus componentes elétricos e estruturais. Carcaça com impressão 3D e componentes eletrônicos. Fonte: autoria própria.



Figura 6. Testes de uso. Fonte: autoria própria.

Foram feitos testes do funcionamento da estrutura em espaço aberto, estes testes foram feitos para avaliar o potencial de aplicação dos protótipos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

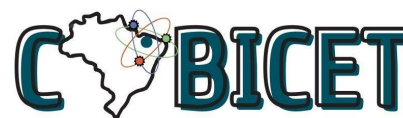
A primeira etapa da ação extensionista permitiu o desenvolvimento e a validação de protótipos funcionais de aerogeradores em escala didática, construídos com impressão 3D e componentes eletrônicos recuperados de sucatas, notadamente motores extraídos de carcaças de impressoras. Os

resultados obtidos podem ser analisados em duas dimensões complementares: a técnico-pedagógica, relativa ao desempenho dos artefatos produzidos, e a formativa, concernente ao desenvolvimento acadêmico e profissional dos estudantes envolvidos na ação.

Sob uma perspectiva técnica, as avaliações realizadas em ambientes abertos evidenciaram que os protótipos são operacionais e aptos a converter a energia cinética dos ventos em energia elétrica. Na fase de validação utilizando LEDs de distintas cores - vermelho (~1,8 V), verde (~2,2 V) e azul (~3,0 V), por meio de um multímetro para mensurar a capacidade geradora das hélices, constatou-se uma capacidade máxima de 0,60 V, a qual é insuficiente para acender o LED, além de uma corrente máxima de 20 mA. Com uma expectativa promissora, serão realizados novos testes numa próxima etapa. A utilização de LEDs é fundamental para a verificação dos níveis de tensão gerados pelo sistema, permitindo um indicador qualitativo que seja visualmente acessível em relação à variação da tensão produzida. Essa estratégia de instrumentação com LEDs foi elaborada como especialmente adequada para o contexto de implementação nas escolas públicas, uma vez que permite a observação direta de fenômenos físicos sem a necessidade de equipamentos de medição sofisticados ou de difícil aquisição.

A solução adotada para os componentes eletromecânicos merece destaque particular. A utilização de motores de corrente contínua recuperados de impressoras descartadas evidencia uma abordagem criativa e economicamente sustentável para o problema recorrente da escassez de recursos em instituições públicas de ensino. Esse processo de ressignificação de materiais eletrônicos, transformando sucata em instrumento científico, não apenas reduziu os custos de produção, como também colocou os estudantes diante de situações reais que exigiam autonomia intelectual e criatividade na busca por soluções. Trata-se de uma competência cada vez mais valorizada no contexto do desenvolvimento tecnológico contemporâneo, em que a inovação nem sempre está associada à disponibilidade de insumos de alto custo, mas à capacidade de síntese criativa diante de restrições materiais.

Sob a perspectiva da formação ampla preconizada pelo PET, a ação extensionista constituiu um campo fértil para o desenvolvimento do protagonismo discente e para a consolidação da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. O contato direto dos estudantes do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação com ferramentas de modelagem e prototipagem digital, em especial o TinkerCAD e os sistemas de impressão 3D, proporcionou a aquisição



e o aprofundamento de habilidades técnicas alinhadas às demandas da Indústria 4.0 e aos processos modernos de desenvolvimento de produtos. O domínio dessas ferramentas, associado à experiência de projetar objetos funcionais com aplicação pedagógica definida, representa uma formação complementar significativa, que extrapola os conteúdos curriculares tradicionais e aproxima os graduandos das práticas de prototipagem rápida e fabricação digital presentes no setor produtivo e em iniciativas de inovação aberta.

Para os estudantes do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, a ação cumpriu uma função formativa igualmente relevante, porém de natureza distinta. A necessidade de trabalhar com componentes eletrônicos reais, integrar motores às estruturas impressas e projetar circuitos com LEDs como indicadores de tensão demandou o aprofundamento em conceitos de eletromagnetismo que, em contextos estritamente disciplinares, frequentemente permanecem insuficientemente consolidados. O engajamento prático com os fenômenos de indução eletromagnética, campo magnético e transformação de energia, mediados por objetos concretos e funcionais, e não apenas por representações abstratas em livros didáticos, favoreceu uma reelaboração mais consistente desses conhecimentos, contribuindo diretamente para a solidez da formação técnico-científica desses estudantes e para o fortalecimento de sua autonomia intelectual frente aos conteúdos da área.

Nesse sentido, a experiência corrobora o princípio ausubeliano de que a aprendizagem se torna significativa quando novos conteúdos se articulam a estruturas cognitivas previamente constituídas, especialmente quando essa articulação é mediada por situações concretas e contextualizadas. A construção dos protótipos funcionou, para os próprios bolsistas, como organizador prévio de segunda ordem: ao mesmo tempo em que desenvolviam o instrumento pedagógico destinado à educação básica, reconstruíam e aprofundavam sua própria compreensão dos fenômenos físicos envolvidos. Essa dupla dimensão, técnica e conceitual, expressa com clareza o potencial formativo das ações extensionistas quando estruturadas a partir da indissociabilidade entre os três eixos universitários.

O compromisso social, outro valor central nas diretrizes do PET, também se mostrou estruturante ao longo de todo o processo. A identificação do distanciamento entre a vivência cotidiana com parques eólicos e a compreensão científica dos fenômenos físicos associados constituiu o problema original que motivou toda a proposta. A resposta a esse problema não se limitou à produção de um

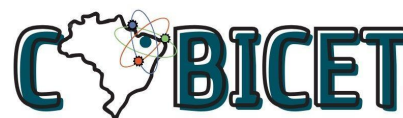
recurso didático, mas envolveu o engajamento dos estudantes universitários com as condições reais de ensino e aprendizagem nas escolas públicas do município de Angicos e região. Ao participar do diagnóstico desse déficit e da elaboração de uma solução tecnológica e pedagógica para ele, os graduandos exercitaram a liderança e desenvolveram sensibilidade para as demandas sociais do território em que estão inseridos, dimensões que o PET Conexões de Saberes — Comunidades do Campo busca cultivar de forma permanente em sua atuação.

Por fim, os resultados desta primeira etapa demonstram a viabilidade técnica e pedagógica dos protótipos construídos e consolidam as bases para a etapa subsequente da ação, que prevê a validação elétrica com os LEDs, seguida da aplicação dos experimentos em escolas públicas por meio de oficinas interativas de divulgação científica. A trajetória percorrida, da pesquisa teórica à modelagem computacional, da impressão 3D à montagem eletrônica e aos testes em campo, configura uma experiência de formação ampla, integrada e coerente, que articula ensino, pesquisa e extensão em torno de um problema concreto, relevante e territorialmente situado.

CONCLUSÃO

A experiência relatada neste trabalho evidencia que ações extensionistas estruturadas a partir da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão são capazes de produzir resultados formativos que transcendem os limites do currículo formal, promovendo a formação ampla e cidadã preconizada pelo Programa de Educação Tutorial. A construção de protótipos funcionais de aerogeradores em escala didática, com baixo custo e materiais recuperados de sucatas eletrônicas, demonstrou ser não apenas viável do ponto de vista técnico, mas também pedagogicamente consistente e socialmente comprometida com as demandas reais da comunidade atendida.

O processo vivenciado pelos graduandos envolvidos revelou que o protagonismo discente se consolida de maneira mais efetiva quando os estudantes são colocados diante de problemas concretos, que exigem autonomia intelectual, criatividade e capacidade de articular conhecimentos de diferentes áreas. Para os estudantes de Sistemas de Informação, o domínio de ferramentas de modelagem digital e impressão 3D representou uma aproximação significativa às práticas da Indústria 4.0. Para os estudantes de Ciência e Tecnologia, o engajamento prático com circuitos elétricos e fenômenos eletromagnéticos contribuiu para a consolidação de conhecimentos que, no contexto estritamente disciplinar,



frequentemente se apresentam de forma fragmentada e abstrata.

Do ponto de vista do compromisso social que orienta o PET Conexões de Saberes — Comunidades do Campo, a ação reafirmou a relevância de aproximar a universidade das realidades do interior e do semiárido, reconhecendo no território e em suas características naturais e socioeconômicas uma fonte legítima de problemas científicos e educacionais a serem enfrentados coletivamente. A presença dos parques eólicos no cotidiano das comunidades de Angicos e região, longe de ser apenas um dado geográfico, constitui uma oportunidade concreta de articulação entre a ciência ensinada na escola e a tecnologia vivida no território.

A etapa seguinte da ação, prevista para o segundo semestre de 2026, compreende a validação elétrica dos protótipos com LEDs e a realização de oficinas interativas em escolas públicas, representando a extensão natural do trabalho aqui relatado e levando à comunidade escolar os frutos do processo de pesquisa e desenvolvimento conduzido pelos bolsistas. Espera-se que a aplicação dos experimentos contribua para tornar o ensino de Física mais contextualizado, acessível e significativo para estudantes da educação básica, fortalecendo, ao mesmo tempo, os vínculos entre a universidade e as comunidades do campo que o programa se propõe a servir.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Educação Tutorial pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

Ausubel, David P. *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton, New York, 1963.

Ausubel, David P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Plátano Edições Técnicas, Lisboa, 2003. Tradução de *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View* (2000).

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: . Acesso em: 30 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. *Programa de Educação Tutorial - PET: Manual de Orientações Básicas*. Brasília, DF: MEC/SESu, 2006. Disponível em: . Acesso em: 29 maio 2026.

Gonçalves, Roberto Nazareno da Silva; Andrade, José Elisandro de; Oliveira, Raquel Aline Pessoa. *A aprendizagem através de experimentos no Ensino de Física*. Scientia Plena, v. 13, n. 1, p. páginas iniciais-finais, 2017. DOI: 10.14808/sci.plena.2017.012709.

Lima, Gislene Micarla Borges de; Chibério, Fernando Wyllison Tavares; Silva, José Alderir da; Pimenta, Melissa Rafaela Costa. *Energia Eólica no Rio Grande do Norte: Evolução e Perspectivas*. Espaço e Economia, n. 27, 2024. Disponível em: <http://journals.openedition.org/espacoeconomia/27598>. DOI: <https://doi.org/10.4000/12ge1>. Acesso em: 30 maio 2026.

Scariot, Pablo et al. *Ensino de Física através do uso de materiais potencialmente significativos*. Physicae Organum, v. volume, n. número, p. páginas, 2021. DOI: 10.26512/2446-564X2021e39084.