



Especialização em
ensino de CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E TECNOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

FERNANDA RAIANA DE SOUSA AMORIM

**ENSINANDO A FÍSICA ELÉTRICA POR MEIO DE MAQUETE: A INTEGRAÇÃO
DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM**

Recife
2025

FERNANDA RAIANA DE SOUSA AMORIM

**ENSINANDO A FÍSICA ELÉTRICA POR MEIO DE MAQUETE: A INTEGRAÇÃO
DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ana Paula Teixeira
Bruno Silva

Recife

2025

ENSINANDO A FÍSICA ELÉTRICA POR MEIO DE MAQUETE: A INTEGRAÇÃO DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Fernanda Raiana de Sousa Amorim
Autora do Trabalho de Conclusão de Curso
Especialização em Ensino de Ciências e Matemática/UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
Fernanda.rsamorim@gmail.com

Ana Paula Teixeira Bruno Silva
Orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso
Especialização em Ensino de Ciências e Matemática/UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
ana.tbsilva@ufrpe.br

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de experiências *in loco* em uma escola pública do município de Gravatá - Pernambuco, tendo como principal objetivo analisar as contribuições durante o processo de ensino e aprendizagem do uso de uma maquete, como recurso didático, na abordagem de conceitos de Física Elétrica para estudantes do 2º ano do Ensino Médio. A proposta reforça a importância de metodologias inovadoras e contextualizadas no ensino de Física, onde a temática das fontes de energia renovável oferece aos educandos a possibilidade de desenvolver uma integração entre as diversas áreas do conhecimento, promovendo a aprendizagem além da Física, atingindo as questões ambientais, sociais e econômicas. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, configurando-se como uma pesquisa-ação, e articulou dois componentes curriculares previstas no Novo Ensino Médio: a unidade Projetos Arquitetônicos e a eletiva Física e Meio Ambiente. A metodologia proposta foi conduzida com alunos do Ensino Médio. O Parque Eólico de Gravatá/PE foi utilizado como referência para o desenvolvimento das atividades por meio de uma maquete, como a representação física de uma cidade, utilizando materiais reaproveitáveis e de baixo custo, para a compreensão de conceitos fundamentais da Física, tais como: corrente elétrica, tensão, resistência e geração de energia elétrica, advinda da energia eólica. As atividades práticas permitiram aos alunos visualizar e aplicar os conteúdos aprendidos em sala, promovendo o desenvolvimento de competências como pensamento crítico, colaboração, criatividade e resolução de problemas. Os resultados obtidos indicaram que o uso de maquete como recurso didático potencializou a aprendizagem significativa, visto que a estreita relação entre teoria e prática favoreceu o engajamento dos discentes, mesmo em contextos educacionais com infraestrutura limitada. Além disso, contribuiu para a formação cidadã, alinhando-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 2030.

Palavras-chave: Ensino de Física; Energia Eólica; Maquete; Fontes Renováveis.

ABSTRACT

This study was developed from on-site experiences at a public school in the city of Gravatá, Pernambuco (Brazil). Its main objective was to analyze the contributions of using a scale model as a didactic resource in the teaching–learning process of Electrical Physics concepts for 2nd-year high school students. The proposal reinforces the importance of innovative, contextualized methodologies in Physics education, in which the theme of renewable energy sources offers learners the possibility of integrating multiple areas of knowledge, extending learning beyond Physics to encompass environmental, social, and economic issues. The research adopted a qualitative, action-research approach and articulated two curricular components foreseen in Brazil’s New Upper Secondary Education: the “Architectural Projects” unit and the elective “Physics and Environment.” The proposed methodology was carried out with upper secondary students. The Gravatá Wind Farm (PE) was used as a reference for developing activities through a scale model—an embodied representation of a city—built with low-cost, repurposed materials to support the understanding of fundamental Physics concepts such as electric current, voltage, resistance, and the generation of electrical energy from wind power. The hands-on activities enabled students to visualize and apply classroom content in practice, fostering the development of competencies such as critical thinking, collaboration, creativity, and problem solving. The results indicated that using a scale model as a pedagogical resource enhanced meaningful learning, since the close relationship between theory and practice favored student engagement even in educational contexts with limited infrastructure. Moreover, it contributed to civic formation, aligning with the guidelines of the National Common Curricular Base (BNCC) and the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda.

Keywords: Physics Education; Wind Energy; Scale Model; Renewable Energy Sources.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física no Brasil ainda é caracterizado por diversas práticas docentes tradicionais, focadas em metodologias baseadas na exposição oral e na resolução de exercícios de maneira mecanizada. Hennemann e Espinosa (2024, p. 2) afirma que o Ensino de Física “se manifesta por meio de ensino expositivo, que enfatiza a memorização de equações e é desconectado do cotidiano do aluno, e acaba tornando desaminiador e desinteressante”.

A sociedade está em constantes mudanças, e estabelecer conexões com o cotidiano ajuda a tornar o ensino de Física mais atrativo, superando a limitação de transmitir conteúdo de maneira tradicional, prática que muitos professores ainda mantêm de forma exclusiva, enfatizando o ensino de leis e fórmulas desvinculadas da realidade do educando (Berto, 2023).

Esse tipo de abordagem desestimula os estudantes e limita a construção significativa do conhecimento. Moreira (2021) reforça que o ensino da Física permanece, em grande parte, verbalista, expositivo e centrado na aplicação de fórmulas, o que leva a uma compreensão superficial dos conteúdos e contribui para a evasão de estudantes da área de Ciências da Natureza.

Nessa direção, Carvalho e Sasseron (2015, p. 250) destacam a importância de “práticas educativas que favoreçam a construção de significados pelos alunos, respeitando suas vivências e saberes prévios.” Essa perspectiva é reforçada por autores contemporâneos que propõem métodos de ensino mais dinâmicos e conectados com a realidade dos estudantes no ensino de Física. Além disso, Nascimento *et al.* (2022) discutem intervenções pedagógicas e metodologias emergentes que visam à efetividade do processo ensino- aprendizagem, destacando a importância de práticas que considerem o contexto social dos alunos.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394/96, que em seu artigo 2º estabelece como finalidade da educação o "pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o pleno exercício da cidadania e a preparação

adequada para o mundo do trabalho". O artigo 3º, inciso IX, destaca a importância da "vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais", e o artigo 26 dispõe sobre a obrigatoriedade do estudo da realidade social e ambiental no currículo da educação básica, o que inclui a discussão sobre fontes de energia renovável e sustentabilidade (Brasil, 2023).

De forma complementar, a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC-EM) (Brasil, 2018) enfatiza a importância de uma formação integral, orientada por competências que articulem conhecimentos científicos, tecnológicos, ambientais e sociais. Na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, da qual o componente curricular de Física faz parte, a BNCC-EM propõe o desenvolvimento de habilidades que levem os estudantes a compreenderem os princípios e fenômenos físicos presentes nas tecnologias contemporâneas, como as fontes de energia renováveis, além de promover atitudes responsáveis em relação ao consumo de energia e à preservação ambiental.

A Física Elétrica ocupa um papel central no currículo do Ensino Médio, uma vez que aborda conceitos fundamentais para a compreensão do mundo moderno, como corrente elétrica, tensão, resistência, potência, entre outros. Esses conceitos são aplicados diretamente em inúmeras tecnologias que sustentam a sociedade contemporânea, desde dispositivos eletrônicos até os sistemas de geração e distribuição de energia. Contudo, muitos estudantes enfrentam dificuldades em compreender a Física Elétrica, devido à abstração dos tópicos e às limitações de abordagens didáticas que priorizam o ensino teórico em detrimento de experiências práticas.

Segundo Nesi *et al.* (2021), a dificuldade e muitos estudantes em assimilar esses conhecimentos está relacionada à sua natureza abstrata e ao predomínio de metodologias teóricas em detrimento de práticas experimentais.

Tendo como base essas ideias, a proposta Freireana de educação crítica e libertadora mostra-se uma importante aliada na construção de uma prática pedagógica mais significativa, em que "Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção" (Freire 2015, p. 13). A educação deve ser dialógica e problematizadora, permitindo que os estudantes compreendam os conteúdos escolares em conexão com sua vida cotidiana e com os desafios sociais.

A lógica também refletida por Freire (2024) em razão do caráter abstrato dos conteúdos e da predominância de métodos de ensino voltados apenas para a teoria, é bastante criticada por ele, na qual o professor deposita conteúdos nos alunos, sem considerar seus saberes prévios, sua participação ativa no processo de construção do conhecimento.

A narração, de que educador é o sujeito, conduz os educandos a memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em “vasilhas”, em recipientes a serem “enchidos” pelo educador. Quanto mais vá “enchendo” os recipientes com seus “depósitos”, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixarem docilmente “encher”, tanto melhores educando serão (Freire, 2024, p. 80).

Nessa perspectiva, o professor não deve transmitir informações unilateral, a educação deve ser um diálogo, em que tanto educador quanto educando aprendem juntos, trocando saberes e construindo conhecimento com base na realidade e na vivência dos estudantes. Desta forma, “o papel do educador problematizador é proporcionar, com os educandos, as condições em que se dê a superação do conhecimento” (Freire, 2024, p. 97).

Diante desses fatores, a integração de temas como as fontes de energia renováveis ao ensino de Física estão alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, e da Agenda 2030, especialmente o ODS 7, que visa assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos, e o ODS 4, que propõe uma educação de qualidade inclusiva, equitativa e que promova oportunidades de aprendizagem ao longo da vida (ONU, 2015).

A relevância de articular o ensino de Física aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e a aprendizagem de conceitos científicos, com o uso de metodologias ativas e a realidade do estudante, podem contribuir para novas abordagens no contexto de sala de aula.

No levantamento realizado em referenciais teóricos sobre o uso de maquete como recurso didático no ensino de Física, diversos autores, como: Silva (2025), Tavares (2019), Carvalho *et. al.* (2023) e Lima (2024), destacaram a relevância pedagógica dessa ferramenta para tornar conteúdos complexos mais acessíveis e significativos aos estudantes.

Silva (2025) defende que a utilização de maquete no ensino de circuitos promove uma aprendizagem multissensorial e construtiva, permitindo que o estudante

visualize e manipule resistores em série e paralelo antes mesmo de formalizar os conceitos de tensão, corrente e resistência. Segundo ele, esse recurso incentiva a curiosidade e autonomia, pois os alunos se envolvem ativamente na montagem dos circuitos. Além disso, ao transformar ideias abstratas em instrumentos concretos, a maquete facilita a compreensão intuitiva dos fenômenos elétricos.

Tavares (2019) fala sobre o uso de maquete como ferramenta facilitadora para o ensino de radiação, destacando seu potencial para promover uma aprendizagem significativa, principalmente quando os estudantes conseguem relacionar o conhecimento teórico com seus conceitos prévios e experiências concretas.

Carvalho *et al.* (2023), enfatizam o desenvolvimento de uma maquete do sistema elétrico de potência com uso de modelagem e prototipagem 3D, demonstrando como essa abordagem pode facilitar a visualização dos processos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Lima (2024), afirma que as maquete possibilitam a concretização de conceitos científicos, facilitando a compreensão de fenômenos físicos e promovendo o engajamento dos estudantes. Ademais, essa abordagem favorece o aprimoramento de habilidades como a criatividade, o raciocínio crítico, a cooperação entre os alunos e a capacidade de solucionar problemas, o que torna a aprendizagem mais relevante e efetiva.

Os autores citados acima, ressaltam que as maquete não apenas auxiliam na visualização de conceitos abstratos, mas também incentivam o trabalho colaborativo, o raciocínio lógico, o pensamento espacial e a participação ativa dos estudantes, especialmente quando associadas a metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos.

Com o objetivo de colaborar com o ensino da Física Elétrica, articulando-o ao uso da energia eólica da qual aproveita a força dos ventos para produzir eletricidade, foi considerado um parque eólico como referência para a confecção da maquete, apresenta-se como recurso pedagógico para promover aprendizagens em contextos reais.

O Parque "Eólica Gravatá", situado no município de Gravatá, Pernambuco, é uma iniciativa da empresa Eólica Tecnologia Ltda. Com uma potência instalada de 20 MW. Este parque conta com 12 turbinas eólicas, modelo Vestas V82, cada uma com

capacidade de geração de 1,65 MW. Essas turbinas têm 70 metros de altura e 82 metros de diâmetro (Borges, 2018).

A população de Gravatá, em Pernambuco, é composta por aproximadamente 86.516 habitantes, conforme estimativa mais recente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Além disso, o município abriga um relevante projeto de geração de energia limpa, representado pelo Parque Eólico de Gravatá. No entanto, muitos estudantes dessa localidade ainda possuem pouco ou nenhum conhecimento sobre o funcionamento dessa tecnologia e sua relação com os conceitos da Física Elétrica, como a geração, a transmissão e a distribuição de energia até suas residências.

Nessa perspectiva, o trabalho desenvolvido nas escolas se torna fundamental, pois pode contribuir para o entendimento desses conceitos e para a construção de uma consciência crítica em relação à sustentabilidade e à utilização das fontes de energia renováveis.

Nesse contexto, tem-se como problema de pesquisa: *Como a utilização de uma maquete, representando uma cidade atendida energeticamente pelo Parque Eólico de Gravatá, localizado no município de Gravatá, em Pernambuco, pode contribuir para a abordagem de conceitos da Física Elétrica para uma turma de estudantes do 2º ano do ensino médio?*

Diante desta problemática, este estudo teve como principal objetivo analisar as contribuições durante o processo de ensino e aprendizagem do uso de uma maquete, como recurso didático, na abordagem de conceitos de Física Elétrica para estudantes do 2º ano do ensino médio.

Com esse propósito, utilizou-se de uma maquete, pensada pelos alunos, em que foram feitas torres eólicas como forma representativa do Parque “Eólica Gravatá”, construída pelos estudantes de uma turma do 2º ano do Ensino Médio, na unidade curricular, Projetos Arquitetônicos, em conjunto com a eletiva Física e Meio Ambiente para a aplicação de conceitos físicos, na geração de energia elétrica por meio de turbinas eólicas integrantes dessa maquete. Para isso, na eletiva de Física e Meio Ambiente, que foi objeto de estudo desta pesquisa, ministrada pela autora deste artigo, que é professora de Física da educação básica, buscou-se os objetivos específicos:

- ✓ Utilizar uma maquete representante de uma cidade, representando as eólicas do Parque “Eólica Gravatá”, como recurso didático para a aplicação de conceitos da Física Elétrica com estudantes do 2º ano do ensino médio;
- ✓ Conhecer os benefícios de um parque eólico na geração de energia elétrica;
- ✓ Conhecer as vantagens e desvantagens da utilização de energia eólica;
- ✓ Identificar as aplicações dos conceitos da Física Elétrica pelos estudantes do 2º ano do ensino médio, na geração de energia elétrica, por meio da maquete da cidade e as eólicas.

Diante do contexto, o uso de maquete surge como uma estratégia didática para o ensino de Física Elétrica, especialmente ao abordar conteúdos abstratos, como os relacionados à geração e distribuição de energia elétrica.

2. ENSINO DE FÍSICA: NOVO ENSINO MÉDIO E PRÁTICAS

O ensino de Física no Ensino Médio ainda enfrenta obstáculos significativos, sendo frequentemente encarado pelos estudantes como um conteúdo de difícil assimilação. Nessa visão, muitos alunos lutam para entender a Física na escola. Isso ocorre porque eles enfrentam várias dificuldades de aprendizado ao tentar compreender certos conceitos e exemplos.

As escolas devem apoiar e estruturar projetos de professores em andamento para implementar ideias da sala de aula. Além disso, as escolas precisam fornecer formação continuada para os professores; isso porque os educadores precisam naturalmente se preparar para explorar estratégias pedagógicas. Estes incluem a sala de aula experimental, focada nas necessidades dos alunos, e uma aula expositiva (Anjos, 2023, p. 34).

Segundo Cirino *et al.* (2024), a desmotivação dos estudantes no aprendizado de Física pode estar relacionada a diversos aspectos, como a carência de formação adequada dos docentes, a pouca valorização da profissão, o domínio limitado sobre os conteúdos abordados e a escassez de recursos didáticos apropriados. A combinação desses elementos impacta negativamente o processo de ensino e aprendizagem, tornando mais difícil a compreensão dos conteúdos pelos estudantes.

Diante desse cenário, é fundamental repensar as metodologias utilizadas no

ensino de Física. Estratégias que valorizem a experimentação e a contextualização dos conteúdos têm se mostrado eficazes para superar essas barreiras.

Conforme apontado por Frota e Sales (2019), ao investigar a percepção dos estudantes diante de metodologias que envolvem atividades experimentais e sua relação com o cotidiano, os autores constataram que práticas inovadoras no ensino contribuem de forma significativa para a aprendizagem.

O Currículo do Ensino Médio em Pernambuco (Pernambuco, 2021) foi estruturado em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular BNCC (Brasil, 2018), e com as diretrizes estabelecidas para o Novo Ensino Médio. Seu objetivo central é promover uma formação integral aos estudantes, levando em consideração tanto os contextos regionais quanto os seus projetos de vida e interesses pessoais.

Dentre as principais diretrizes do Novo Ensino Médio, destaca-se a Formação Geral Básica (FGB), que contempla os conhecimentos fundamentais definidos pela BNCC-EM. A carga horária dessa etapa tem passado por adaptações em virtude de atualizações recentes na legislação federal que rege o Novo Ensino Médio. Além disso, o currículo contempla os Itinerários Formativos, os quais possibilitam aos estudantes o aprofundamento em áreas de seu interesse, tais como Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, além da Formação Técnica e Profissional (FTP). De acordo com o documento oficial do Currículo de Pernambuco para o Ensino Médio, “O currículo escolar do Ensino Médio foi alvo de mudanças determinadas pela Lei 13.415/2017, que promoveu uma reorganização da Base Nacional Comum Curricular a partir de uma nova perspectiva composta pela Formação Geral Básica e por Itinerários Formativos” (Pernambuco, 2021).

O Estado de Pernambuco, no Brasil, tem expandido as opções disponíveis nos itinerários formativos, incentivando a articulação com a Educação Profissional e Tecnológica (EPT). Outro aspecto relevante são as disciplinas eletivas, que fazem parte dos Itinerários Formativos. Com duração semestral, essas eletivas possibilitam que os alunos se aprofundem em temas específicos, alinhados aos seus interesses pessoais.

O Currículo de Pernambuco para o Ensino Médio destaca que:

As eletivas são componentes curriculares que integram os Itinerários Formativos. Elas são disciplinas ou projetos de curta duração (geralmente

semestrais) que as escolas oferecem dentro de cada Itinerário Formativo, permitindo aos estudantes explorar temas de seu interesse de forma mais específica e aprofundada (Pernambuco, 2021, p. 60).

Nos Itinerários Formativos e nas eletivas do Novo Ensino Médio, é fundamental proporcionar uma aprendizagem significativa e contextualizada. A Unidade Curricular (UC), Projetos Arquitetônicos, destinada aos estudantes do 2º ano do Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco, exemplifica essa abordagem. Fundamentada na Portaria nº 1.432/2018, que orienta a elaboração dos Itinerários Formativos, essa UC integra conhecimentos de diversas áreas, como Matemática, Física, Artes e Geografia, permitindo aos alunos desenvolverem projetos que refletem a realidade e as necessidades de suas comunidades. Sob essa ótica, a UC Unidade Curricular de Projetos Arquitetônicos voltada para a aplicação de conhecimentos de Matemática e Física na construção de vias urbanas e rodoviárias uniu-se à eletiva Física e Meio Ambiente com ênfase nas fontes de energia renovável para desenvolver uma atividade conjunta: a criação de uma maquete representando uma cidade cuja matriz energética é baseada na energia eólica.

Essa integração permitiu, na eletiva Física e Meio Ambiente, uma estratégia para integrar teoria e prática, em que os estudantes compreenderam conceitos da Física Elétrica, como corrente elétrica, tensão, resistência, geração e transformação de energia, de forma aplicada, ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades manuais e criativas.

De acordo com Chagas (2023, p. 1):

[...] a construção colaborativa de maquete mostrou-se como uma estratégia didática efetiva para a abordagem de temáticas ambientais, como a poluição do ar. Além disso, a metodologia permitiu maior engajamento, pensamento crítico e investigativo dos estudantes, o que promove a significância do conteúdo.

Ainda de acordo com Chagas (2023), ao trabalhar com maquete, os alunos podem explorar aspectos de sustentabilidade e inovação tecnológica, temas relevantes para a formação de cidadãos conscientes e preparados para os desafios contemporâneos. Essas práticas pedagógicas, que unem diferentes disciplinas em torno de projetos concretos, alinham-se às diretrizes do Novo Ensino Médio, promovendo uma educação mais integrada e voltada para o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais para o século XXI.

2.1 Física elétrica e a maquete como recurso didático de aprendizagem

A eletrodinâmica estuda as cargas elétricas em movimento, sendo seus conceitos fundamentais: indução eletromagnética, tensão elétrica, intensidade da corrente elétrica, transformadores e efeito Joule. Além desses, a eletrodinâmica também abrange resistência elétrica, potência elétrica, condutores e isolantes. Esses conceitos podem ser aplicados especialmente na parte final do processo, quando a energia mecânica (das pás girando) é convertida em energia elétrica e transmitida para a rede elétrica.

Em uma turbina eólica, a geração de eletricidade acontece por meio do fenômeno da indução eletromagnética, que ocorre quando as pás da turbina giram com a força do vento, movimentando um eixo ligado ao gerador elétrico. Hewitt (2011, p. 446) diz que “indução eletromagnética pode ser produzida em um fio simplesmente movendo-se um ímã para dentro e para fora das espiras de uma bobina”. Isso quer dizer que, no interior do gerador das turbinas eólicas, existem ímãs e bobinas de fios condutores, e a movimentação dos ímãs em relação às bobinas provoca mudanças no campo magnético que atravessa essas espiras. Essa variação é o que gera uma força eletromotriz, responsável por iniciar o fluxo da corrente elétrica (Hewitt, 2011, p. 450).

A tensão elétrica expressa o quanto de energia está disponível para movimentar as cargas elétricas dentro de um circuito. De acordo com Halliday (2009, p. 141), “para que exista corrente elétrica é preciso que haja um fluxo líquido de cargas através da superfície”. Isto pode ser dito quando se utiliza um motor DC, funcionando como gerador (girado por um ventilador) a rotação do eixo gera uma diferença de potencial elétrico (tensão) nos terminais do motor.

Quando falamos de corrente elétrica, o número de cargas movimentadas nas bobinas, ocorre de maneira que quanto mais intensa for essa corrente, maior será a quantidade de energia transportada, no entanto, isso também pode aumentar as perdas por aquecimento, um efeito conhecido como Efeito Joule, que ocorre quando parte da energia elétrica se transforma em calor ao atravessar os fios (Hewitt, 2009).

Os materiais isolantes, como o plástico, são aplicados ao redor dos fios e componentes elétricos para evitar curtos-circuitos e garantir a segurança de todo o sistema.

Já potência elétrica gerada por uma turbina eólica determinada pela tensão e pela corrente elétrica indica a quantidade de energia que está sendo produzida em um determinado momento. Esse dado é essencial para planejar o funcionamento da usina e prever sua capacidade de atender à demanda de energia de uma região.

Para que os estudantes compreendam o funcionamento das turbinas eólicas, faz-se necessário saber que os geradores converte a energia mecânica de rotação em energia elétrica. Nessa direção, Hewitt (2011, p. 451) diz que:

Geradores de qualquer espécie, é claro, não produzem energia, eles simplesmente convertem energia de alguma outra forma em energia elétrica, em que é convertida em energia mecânica para fazer girar uma turbina, e o gerador trata de converter a maior parte em energia elétrica.

A Física Elétrica pode ser abordada de maneira transversal sob os mais diversos conteúdos, no entanto, seu foco principal não está no segundo ano do ensino médio, e sim abordar de maneira mais intrínseca no terceiro do ensino médio, conforme a organização curricular da maioria das redes de ensino. Porém, é possível introduzir e trabalhar os conceitos fundamentais da Física Elétrica desde os anos anteriores, por meio de estratégias didáticas, em consonância com as orientações da BNCC-EM e do Currículo de Pernambuco, que destacam a importância de práticas investigativas e de contextualização dos conteúdos para promover aprendizagens significativas (Brasil, 2018; Pernambuco, 2021).

Ao articular teoria e prática, essa abordagem favorece uma aprendizagem mais significativa, conforme propõe Moreira (2021), além de estar alinhada às competências previstas pela Base Nacional Comum Curricular, este modelo incentiva o protagonismo estudantil, permitindo que os alunos sejam os principais agentes de sua aprendizagem. Além disso, contextualiza os saberes, conectando o conteúdo acadêmico com a realidade e as experiências dos estudantes.

Silva (2025, p. 37), afirma que “as maquetes são ferramentas eficazes para facilitar a compreensão das leis da Física e que podem ser aplicadas em diversos conteúdos para facilitar a explicação de conceitos abstratos”. Sua utilização permite ao aluno visualizar e interagir com os fenômenos, contribuindo para uma aprendizagem mais concreta e significativa.

O uso de maquete, como recurso de ensino, permite ao estudante compreender de maneira visual e concreta fenômenos físicos que, muitas vezes, são

abordados de forma abstrata nos livros didáticos. Corroborando com essas ideias, Lima (2024, p. 12):

O uso de maquete se destaca como estratégia criativa de ensino por ser algo interativo capaz de treinar a mente, além de estimular o interesse dos alunos e proporcionar melhor entendimento dos conteúdos abordados, ele permite que os alunos criem um vínculo entre si e com os professores, tornando assim as aulas mais dinâmicas e harmoniosas.

Para Santos (2019), as maquetes, quando bem estruturadas, funcionam como ferramentas pedagógicas, que contribuem para o ensino de conceitos relacionados à Física Elétrica, como a simulação de circuitos, além da geração, condução e transformação da energia. Essa metodologia favorece a aprendizagem significativa ao integrar teoria e prática, desenvolver o raciocínio lógico e ampliar a interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento.

Em consonância a este pensamento, Silva (2025, p. 20) diz que:

[...] a utilização de maquete contribui para a melhoria do ensino de Física na rede pública de ensino. O uso de maquete pode ser uma ferramenta eficaz para o ensino de diversas áreas da ciência, ampliando as possibilidades de aprendizado e tornando a ciência mais acessível e atrativa para os jovens estudantes.

Silva, Caldas e Garcia (2021) destacam que a construção colaborativa de maquetes funcionais contribui para que os estudantes compreendam de maneira mais concreta os conceitos de eletricidade, promovendo a articulação entre teoria e prática e favorecendo uma aprendizagem mais efetiva. Além disso, ao envolver os estudantes em atividades práticas, promove-se o desenvolvimento de competências relacionadas ao trabalho em equipe, à resolução de problemas e à criatividade.

A integração de projetos com temáticas sustentáveis, como a geração de energia por fontes renováveis, amplia ainda mais o potencial educativo das maquetes no ensino da Física Elétrica. Tais práticas pedagógicas não apenas favorecem o engajamento dos alunos, como também os aproximam das discussões contemporâneas sobre meio ambiente e uso consciente da energia. Segundo Silva (2025 p. 38):

As maquetes exercem uma função significativa no processo de ensino aprendizagem. Por meio de sua utilização, os estudantes tornam-se protagonistas do próprio aprendizado, demonstrando maior interesse e estabelecendo relações entre os conteúdos trabalhados e suas experiências do dia a dia.

Em síntese, incorporar recursos como maquete ao ensino de Física, tanto no Ensino Médio quanto nos anos iniciais, contribui para tornar a aprendizagem mais significativa, conectada com o dia a dia dos alunos e alinhada com os desafios contemporâneos da educação em Ciências.

2.2 Energia Eólica e o Parque Eólico de Gravatá/PE

A escalada da necessidade por energia, somada aos desafios sociais e ambientais decorrentes do uso de fontes não renováveis, enfatiza a urgência de direcionar recursos para o desenvolvimento de novas tecnologias energéticas. As principais nações globais empenham-se continuamente na busca por um acordo que vise a diminuição das emissões de gases propulsores do aumento da temperatura global, conforme alertam relatórios da IEA (2023), do IPCC (2021) e da ONU (2015) sob a necessidade de uma transição energética sustentável.

Uma das temáticas mais abordadas atualmente é sobre o aquecimento global, dentre os assuntos está a intensificação das emissões de gases de efeito estufa, em conjunto com outros poluentes que se configura como uma das maiores preocupações da humanidade, e isto está diretamente ligada as fontes de energias (Borges, 2018).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) destaca que o Brasil dispõe de um potencial energético renovável, em algumas regiões estratégicas do país, como é o caso da energia eólica, que se refere à “transformação da energia do vento em energia útil, de modo a obter energia de forma limpa, pois não produz poluentes.” (ANEEL, 2019, p. 4).

O setor de energia eólica tem experimentado um crescimento notável, impulsionado tanto pela evolução tecnológica e de materiais quanto pelo significativo aumento nos custos das fontes primárias de energia. Dentro desta perspectiva, Silva *et al.* (2021) destaca que a energia proveniente dos ventos pode ser convertida em eletricidade com alta eficiência, representando uma vantagem considerável tanto para empresas e quanto para o país, especialmente ao se levar em conta o vasto potencial eólico da região Nordeste do Brasil, o que a torna uma alternativa promissora no médio prazo.

Com o intuito de reduzir a emissão de gás carbônico na geração de energia

elétrica brasileira, está o potencial energético de alguns parques eólicos instalados em muitas regiões brasileiras para o desenvolvimento social e econômico, que é o caso do Parque Eólico de Gravatá, Figura 1, localizado na região Agreste de Pernambuco, no município de Gravatá/PE.

Figura 1 - Registro fotográfico do Parque Eólico Gravatá



Fonte: Autora (2022)

A empresa Eólica Gravatá - Geradora de Energia S.A, localizada na Fazenda Harmonia, no Distrito de Mandacaru, em Gravatá/PE. O Parque Eólico de Gravatá, inaugurado em 2010, foi implantado com apoio do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), promovido pelo Governo Federal com o objetivo de estimular o uso de fontes renováveis no país. Com capacidade instalada de 20 MW, o parque opera atualmente com 12 aerogeradores e é capaz de suprir a demanda energética de aproximadamente 160 mil pessoas (Eólica Tecnologia LTDA, 2018).

A instalação de uma central eólica neste município, foi motivada principalmente pelo potencial energético da região, que apresenta ventos fortes e constantes, ideais para a geração de energia eólica (Borges, 2018). Além disso, a energia eólica é considerada uma fonte renovável, limpa e barata, com baixo impacto ambiental. A implantação de parques eólicos contribui para o crescimento econômico das localidades, ao promover a geração de empregos e atrair novos investimentos para

a região. Soma-se a isto, as vantagens e desvantagens, no Quadro 1, de se utilizar parques eólicos na geração de energia elétrica, destacada por Braz *et al.* (2017).

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens de utilização de energia eólica

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">• O local de instalação é compatível com outras utilizações do terreno como agricultura e criação de animais;• Geração de empregos;• Geração de investimentos em zonas desfavorecidas;• Reduz a dependência energética do exterior (combustíveis fósseis);• Cumpre o protocolo de Quioto, assim há uma poupança devido à menor aquisição de direitos de emissão de CO₂;• Uma das fontes mais baratas de energia;• Os aerogeradores não requerem combustível e necessitam de pouca manutenção (em média a cada 6 meses);• Alta rentabilidade do investimento.	<ul style="list-style-type: none">• Intermittência – vento inconstante, o que pode acarretar em perda de geração de energia;• Impacto visual grande, principalmente para moradores locais;• Impacto sobre as aves locais oferecendo perigo de colisões;• Impacto sonoro, pois as pás geram ruídos constantes.

Fonte: Braz *et al.* (2017, p. 233)

Dado o contexto, torna-se essencial que as fontes de energia renovável, com ênfase na eólica, recebam um tratamento prioritário na educação básica. Tal abordagem está alinhada à Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio, que propõe a seguinte competência:

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais (Brasil, 2018, p. 563).

Essa competência destaca a relevância de incentivar, desde a educação básica, uma reflexão crítica sobre os desafios atuais relacionados à sustentabilidade

e à dependência de fontes de energia não renováveis. Ao introduzir o estudo da energia eólica no ambiente escolar, os estudantes são estimulados a refletir sobre alternativas energéticas viáveis, como os parques eólicos, que representam uma solução sustentável frente às demandas energéticas crescentes. Além disso, essa abordagem favorece a conexão entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), preparando os jovens para atuarem de forma consciente e inovadora diante das transformações ambientais e tecnológicas.

A elaboração de uma maquete que simula uma cidade equipada com torres eólicas, demonstrando o processo de geração de energia a partir da força dos ventos, configura-se como uma ferramenta pedagógica em que essa abordagem favorece o despertar do interesse dos estudantes pelo uso de fontes de energia renováveis, contribuindo para sua formação crítica e incentivando a continuidade dos estudos no ensino superior, bem como o engajamento futuro em diferentes áreas profissionais, Júnior, *et al* (2021).

3. METODOLOGIA

A abordagem adotada foi qualitativa, do tipo pesquisa-ação, visando identificar novas possibilidades de ensino que associem métodos práticos ao ensino de Física Elétrica.

Para Flick (2009), a pesquisa qualitativa exige uma escolha consciente de métodos e teorias, uma vez que não segue um modelo rígido, mas deve ser ajustada conforme o objeto de estudo. Além disso, essa abordagem valoriza a multiplicidade de perspectivas, considerando tanto os pontos de vista dos participantes quanto do próprio pesquisador. Destaca-se também a diversidade metodológica como uma característica essencial da pesquisa qualitativa, permitindo o uso de diferentes abordagens e técnicas, de acordo com o contexto investigado:

Os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa consistem na escolha adequada de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte do processo de produção de conhecimento; e na variedade de abordagens e métodos (Flick, 2009, p. 23).

É importante salientar que a pesquisa-ação é uma abordagem metodológica voltada à transformação das práticas por meio da investigação.

A pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos, mas mesmo no interior da pesquisa-ação educacional surgiram variedades distintas Tripp (2005, p. 445).

A pesquisa-ação refere-se a projetos nos quais os próprios profissionais buscam transformar suas práticas, estando o pesquisador ativamente inserido no processo que deseja analisar e aprimorar. Essa característica torna a pesquisa-ação especialmente útil em contextos educacionais e sociais, onde a reflexão crítica sobre a prática cotidiana pode gerar melhorias concretas e sustentadas.

Diante da abordagem adotada, o estudo foi desenvolvido em uma turma do 2º ano do ensino médio, composta por 35 alunos, de uma Escola Pública da Rede Estadual de Ensino, localizada no município de Gravatá/PE, que estavam cursando a Unidade Curricular, Projetos Arquitetônicos, e a Eletiva, Física e Meio Ambiente, pertencentes ao Novo Ensino Médio.

Na Unidade Curricular Projetos Arquitetônicos, foi proposto para os alunos a construção de maquete de simulação de casas, em formato de cidade, sob orientação de um professor de Matemática. Paralelamente a essa Unidade, os alunos estavam cursando a Eletiva, Física e Meio Ambiente, que teve como tema de estudo, Física, Meio Ambiente e Sustentabilidade, com foco nas energias renováveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como proposta de aulas ministradas, integrou-se conceitos teóricos e práticos de Física Elétrica, utilizando a maquete como recurso didático, promovendo uma aprendizagem ativa e contextualizada, especialmente no estudo de fontes de energias renováveis. Para isso, foi desenvolvida uma atividade integrativa dos componentes curriculares, Projetos Arquitetônicos e Física e Meio Ambiente, para a construção de uma maquete, representando um lugarejo do município de Gravatá/PE, com fornecimento de energia elétrica advinda da energia eólica, por meio do Parque Eólico de Gravatá.

Para a construção da maquete foram utilizados os seguintes materiais: papelões recicláveis, cola de silicone, tinta PVA, cola quente, cola branca, régua,

palitos de picolé, fita crepe, acetato de PVC, pincel, papel A4, cartolina, lâmpadas de LED, cabo telefônico externo de cobre, hélices de plástico, multímetro, trena, micro motor DC-12 V, relê automático, ventiladores, resistores e fita isolante. A Figura 2 mostra a montagem colaborativa dos alunos.

Figura 2 - Confeção da maquete



Fonte: Autora (2023)

Os alunos confeccionaram a maquete, Figura 3, com a construção de casas de papelão, que foram feitas em grupo, utilizando medidas matemáticas, planta baixa, e a posterior, a construção da simulação de elementos urbanos, como casas, parques e ruas, e um sistema de energia renovável, aplicando os conceitos da Física Elétrica, incluindo aerogeradores em miniatura, sob orientação de cada professor da disciplina.

Figura 3 – Maquete da cidade em construção



Fonte: Autora (2023)

Na Eletiva, Física e Meio Ambiente, os materiais destinados ao fornecimento de energia elétrica, proveniente da energia eólica, que é uma fonte de energia renovável, foram utilizados: motor CC, para simular as turbinas eólicas que foram feitas de papelão a sua base; as hélices foram feitas de plásticos. Precisou-se também de fios condutores e conectores para criar os circuitos elétricos; lâmpadas LED para demonstrar o consumo de energia; resistores para controlar o fluxo elétrico; utilizou-se um rele fotoelétrico (relê) para simular o dia e a noite. A Figura 4 apresenta a instalação elétrica da maquete, com matriz energética eólica.

Figura 4 – Maquete da cidade em montagem com sistema de energia Renovável



Fonte: Autora (2023)

As aulas práticas de Física foram planejadas para integrar a montagem da maquete e os conceitos de Física Elétrica. As etapas incluíram a apresentação teórica, introduzindo os conceitos físicos de corrente elétrica, tensão, resistência e o funcionamento das fontes de energia renováveis, com suas vantagens e desvantagens.

Na experimentação da prática, na maquete, foram realizadas simulações de cenários variados, como as alterações na intensidade da luz captada, a força do vento, que movimentava a turbina, e finalmente, a análise dos resultados apresentados e o debate. Foram discutidos os resultados observados.

A culminância, Figura 5, foi o momento marcado pelo encerramento das vivências adquiridas ao longo de um semestre, compostos por teoria e prática, onde

são apresentados os resultados do produto adquirido, ofertada pela disciplina de acordo com a temática escolhida. Na apresentação, os alunos falaram sobre os materiais utilizados e o funcionamento da maquete e sobre as energias eólicas e sua importância.

Essa apresentação foi aberta a toda comunidade escolar, permitindo aos envolvidos a socialização e a sintetização do percurso da aprendizagem e do protagonismo estudantil, assumindo o papel ativo na divulgação do que aprenderam, visando a cooperação e criatividade.

Figura 5 – Print da gravação da culminância



Fonte: Autora (2023)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade pedagógica descrita evidencia a utilização de uma maquete, representando uma cidade movida por energia eólica como ferramenta de apoio ao ensino, promovendo a aprendizagem de conceitos essenciais da Física Elétrica por estudantes do Ensino Médio.

A metodologia proposta ao aliar a prática da construção com a exploração teórica, transcende as tradicionais abordagens expositivas, promovendo um engajamento ativo e uma compreensão mais profunda de temas frequentemente percebidos como os abstratos.

A aplicação concreta dos conceitos de corrente, tensão, resistência e potência

elétrica, no contexto da geração de energia eólica, contribuiu significativamente para a compreensão dos conteúdos de Física Elétrica. Os alunos observaram de forma prática, o funcionamento de uma tecnologia presente em seu próprio município. Além disso, os alunos conseguiram estabelecer uma conexão direta entre a teoria e a realidade. Essa vivência atribuiu sentido aos conhecimentos adquiridos, promovendo uma aprendizagem mais significativa, em consonância com os princípios defendidos por Freire (2015) e com as diretrizes da BNCC para o Ensino Médio.

Ademais, a integração que articulou a eletiva, Física e Meio Ambiente, com a unidade curricular, Projetos Arquitetônicos, revelou-se um caminho promissor para o desenvolvimento de habilidades e competências. A realização coletiva da maquete estimulou a cooperação entre os alunos, incentivando a criatividade e o desenvolvimento da habilidade de resolver problemas, competências fundamentais para a formação completa dos jovens.

Apesar das limitações de recursos frequentemente encontradas no contexto da educação pública, a iniciativa demonstra que a utilização de materiais acessíveis pode gerar resultados pedagógicos expressivos.

A conscientização sobre a importância das fontes de energias renováveis e a discussão sobre a sustentabilidade, intrínsecas ao tema da energia eólica, agregam valor à formação cidadã dos estudantes, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU e da Agenda 2030.

A experiência com a construção da maquete de geração de energia eólica permitiu aos estudantes vivenciarem de forma prática os conceitos trabalhados nas aulas de Física. Durante o processo, os alunos se envolveram ativamente desde o planejamento até a execução do projeto, o que favoreceu uma compreensão mais concreta de temas como transformação de energia, funcionamento de circuitos elétricos e sustentabilidade. Além do aprendizado teórico, a atividade despertou o interesse pela temática ambiental e possibilitou o desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe, responsabilidade e tomada de decisão. Essa vivência evidencia a importância de metodologias que valorizem as situações cotidianas dos alunos, de modo que vise a participação ativa dos mesmos, mostrando como é possível tornar o ensino de Física, mais dinâmico, acessível e conectado com os desafios do mundo atual.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL) **Fontes alternativas**. Brasília: ANEEL, 2019. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 04 maio 2025.

ANJOS, Ermerson dos Santos. **Dificuldades no ensino e aprendizagem da Física para alunos da 1ª série do Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/11460>. Acesso em: 15 jun 2025.

BERTO, José Alexandre; Lorenzetti, Leonir. **O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO CTS COM O TEMA ENERGIA ELÉTRICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO: possibilidades e desafios**. Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/4317>. Acesso em 17 abr 2025.

BORGES, André Ricardo. **A energia eólica como alternativa para o semiárido nordestino: estudo de caso do Parque Eólico de Gravatá/PE**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/30459>. Acesso em: 05 maio 2025.

BORGES, Wênio Fhará Alencar. **Uma análise do potencial eólico e solar em duas regiões distintas: estudo de caso para Gravatá-PE e Osório-RS**. Monografia (Graduação em Engenharia de Energias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/44949/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Alexandre%20Chaves%20Bezerra.pdf>. Acesso em: 17 abr 2025.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 17 abr 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Atualizada até a Lei nº 14.639, de 3 de agosto de 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 04 maio 2025.

BRAZ, Carlos Alberto; RODRIGUES, Reinaldo Luan; SIQUEIRA, Hugo Valadares. **Geração de energia elétrica por meio de fontes de energia renováveis: uma revisão sistemática**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, v. 13, n. 2, p. 229–248, 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/5547>. Acesso em: 04 maio 2025.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; SASSERON, Lúcia Helena. **Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de**

ensino investigativas. Ensino em Re-Vista. Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 249–266, jul./dez. 2015. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/34452>. Acesso em: 04 maio 2025.

CARVALHO, Guilherme Myllena de Sousa; FERREIRA, Cristiano Corrêa; GARCIA, Enoque Dutra. Desenvolvimento de uma maquete do sistema elétrico de potência para fins educacionais. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia/maquete-do-sistema-eletrico>. Acesso em: 06 jun 2025.

CHAGAS, Railson Souza. Casas sustentáveis: a construção de maquetes como caminho para discussões envolvendo a educação ambiental. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 4, n. 2, 2023.

CIRINO, Jackson C. *et al.* Dificuldades enfrentadas no ensino de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, p. 88 - 104, 2024.

EÓLICA TECNOLOGIA LTDA. **Parques eólicos.** Disponível em: <https://eolica.com.br/site1/#/>. Acesso em: 04 maio 2025.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 50. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** 89. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2024.

FROTA, Maria José de Freitas; SALES, Francisco Rogério Pereira. **Atividade experimental contextualizada para o ensino de química: teste da gasolina.** In: V Congresso Internacional das Licenciaturas, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/330844195>. Acesso em: 05 maio 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física:** eletromagnetismo. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 3.

HENNEMANN, Dancler Eduardo; Espinosa, Tobias. **O método instrução pelos colegas no ensino de Física da Educação Básica: um relato de experiência com a temática de circuitos elétricos.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1379/1114>. Acesso em: 02 jun 2025.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual.** 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2024.** Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 jun 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Outlook 2023.** Paris: IEA, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>. Acesso em: 30 jun 2025.

JÚNIOR, Dirceu Antônio Cordeiro *et al.* **Energia eólica: utilização de maquete como recurso pedagógico para alunos da educação básica e do ensino superior.** In: 5º Congresso Nacional de Educação. Disponível em: <https://educacaopocos.com.br/Anais/ANAIS%202021/117-pdf>. Acesso em: 10 jun 2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIMA, Viviane Sousa. **O uso de maquetes no ensino de ciências,** 2024. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br/server/api/core/bitstreams/2bc9ec07-be69-4686-b2ab-e92d9caea6b8/content>. Acesso em: 17 abr 2025.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, supl. 1, e20200451, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 maio 2025.

NASCIMENTO, Júlio Nonato Silva *et al.* (Org.). **Física: intervenções pedagógicas, tecnologias e metodologias emergentes à efetividade do ensino-aprendizagem.** Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/books/978-65-5360-062-1.pdf>. Acesso em: 02 jun 2025.

NESI, Elisângela Rovaris *et al.* **Perspectivas e desafios atuais no ensino de física.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 2, p. 17285-17298, 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável.** Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 17 abr 2025.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. **Currículo do Ensino Médio de Pernambuco: construindo o Novo Ensino Médio.** Recife: SEE-PE, 2021. Disponível em: https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/11/CURRICULO_DE_PERNAMBUCO_DO_ENSINO-MEDIO-2021_Final.pdf. Acesso em: 18 abr 2025.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação e Esportes. **Currículo do Ensino Médio de Pernambuco**: Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Recife: SEE, 2019. Disponível em: <https://www.educacao.pe.gov.br>. Acesso em: 19 abr 2025.

SILVA, Erivelton Vieira da. **Utilização de maquete para o ensino de associação de resistores**. Dissertação (Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual do Piauí, Piri-piri, 2025. Disponível em: <http://sistemas2.uespi.br/handle/tede/1758>. Acesso em: 05 maio 2025.

SILVA, Roberto; CALDAS, Renata Lacerda; GARCIA, Vantelfo Nunes. **Maquete didática funcional como recurso para aprendizagem significativa crítica sobre eletromagnetismo**. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210303781.pdf>. Acesso em: 05 maio 2025.

TAVARES, Carollayne da Silva Lopes. A. O uso de maquetes no ensino de radiação: uma proposta significativa. **Revista de Práticas Educativas e Tecnológicas**, v. 10, n. 2, p. 75-89, 2019.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443–466, set./dez. 2005.