

ENERGIA EÓLICA: CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

WIND ENERGY: CONTRIBUTIONS OF A TEACHING SEQUENCE FOR PHYSICS TEACHING

Rafael Douglas Barbosa da Silva

rdbs@discente.ifpe.edu.br

Thiago Vinicius Sousa Souto

thiago.souto@pesqueira.ifpe.edu.br

RESUMO

O ensino de Física no Ensino Médio enfrenta desafios relacionados à abstração dos conceitos e à dificuldade de engajamento dos alunos. Neste contexto, esta pesquisa propõe a construção e a aplicação de uma sequência didática baseada na temática da energia eólica, visando tornar o aprendizado mais significativo e contextualizado. A metodologia utilizada envolveu atividades experimentais, exploração de conceitos físicos aplicados às turbinas eólicas e discussões sobre os impactos ambientais e sociais dessa tecnologia. A sequência didática foi aplicada a estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, utilizando instrumentos de avaliação antes e depois da intervenção para analisar as transformações. Os resultados indicaram uma melhora na compreensão dos conceitos abordados, além do desenvolvimento do pensamento crítico e da participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Conclui-se que o uso de sequências didáticas estruturadas pode ser uma ferramenta capaz de tornar o ensino de Física mais acessível e envolvente, contribuindo para uma formação científica mais sólida.

Palavras-chave: Ensino de Física. Energia Eólica. Sequência Didática.

ABSTRACT

Physics teaching in high school faces challenges related to the abstraction of concepts and the difficulty of engaging students. In this context, this search proposes the construction and application of a didactic sequence based on the theme of wind energy, aiming to make learning more meaningful and contextualized. The methodology used involved experimental activities, exploration of physical concepts applied to wind turbines and discussions about the environmental and social impacts of this technology. The didactic sequence was applied to third-year high school students, using assessment instruments before and after the intervention to analyze its effectiveness. The results indicated an improvement in the understanding of the concepts addressed, in addition to the development of critical thinking and active participation of students in the learning process. It is concluded that the use of structured didactic sequences can be an effective tool to make Physics teaching more accessible and engaging, contributing to a more solid scientific education.

Keywords: Physics Teaching. Wind Energy. Didactic Sequence.

1 INTRODUÇÃO

A busca por metodologias inovadoras e eficazes para o ensino de Física tem sido uma preocupação constante entre educadores e pesquisadores da área. A complexidade dos conceitos abordados nessa disciplina, muitas vezes abstratos e distantes da realidade dos alunos, reforça a necessidade de estratégias que tornem a aprendizagem mais significativa e acessível. Nesse contexto, o desenvolvimento de sequências didáticas planejadas pode desempenhar um papel fundamental no ensino de Física, promovendo uma abordagem estruturada e interativa que favorece o engajamento dos estudantes. Segundo Seré, Coelho e Nunes (2003), o aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento.

Entre os diversos temas explorados na Física, a energia eólica se destaca como um assunto relevante tanto do ponto de vista conceitual quanto prático. A crescente preocupação com fontes de energia renováveis e sustentáveis torna essencial que os estudantes compreendam os princípios físicos envolvidos no funcionamento das turbinas eólicas, a conversão de energia mecânica em elétrica e o impacto dessa tecnologia na Sociedade e no Meio Ambiente. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça a importância de abordar esses temas, destacando que o ensino de Ciências da Natureza deve permitir que os estudantes investiguem, analisem e discutam situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos (BRASIL, 2018).

Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo principal desenvolver e vivenciar a implementação de uma sequência didática voltada para o ensino de conceitos de Física a partir da temática da Energia Eólica. Para isso, foram desenvolvidas atividades que permitiram que os estudantes explorassem o tema de maneira prática e contextualizada, visando estimular o pensamento crítico, a curiosidade científica e a compreensão dos processos físicos envolvidos.

A metodologia adotada baseia-se na realização de atividades experimentais, na utilização de materiais acessíveis e na participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Além disso, a sequência didática foi estruturada de forma a permitir a coleta de dados sobre a aprendizagem dos alunos antes e depois da aplicação das atividades, possibilitando uma análise mais detalhada sobre as transformações proporcionadas pela proposta.

Ao longo deste estudo, busca-se demonstrar como a abordagem de temas do cotidiano, aliada a estratégias pedagógicas bem planejadas, pode contribuir para a melhoria do ensino de Física no Ensino Médio, tornando os conteúdos mais compreensíveis e relevantes para os estudantes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Design Universal para Aprendizagem (DUA)

Visando que cada estudante é único na sua maneira de aprender e de se desenvolver, proporcionar práticas pedagógicas inclusivas que fomentem ações

voltadas para a aprendizagem tanto em sala de aula quanto em uma sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE), sala de recursos multifuncionais para a aplicação desta sequência didática para ensinar conceitos de energia eólica optou-se pelo DUA (Design Universal para Aprendizagem).

Portanto, balizados na ideia de que toda aprendizagem é de alguma forma ativa ressalta-se que existe a necessidade de se implementar estratégias pedagógicas diferenciadas que possam estruturar as ações do professor de maneira que o processo de ensino e aprendizagem seja redimensionado para poder assegurar os princípios que atendam às necessidades de aprendizagem a todos os estudantes (ROSALIN, 2022).

Optou-se por esta abordagem, pela necessidade de promover rupturas com as práticas conservadoras. Com essa intenção, a proposta do DUA acabou sendo a mais favorável e, possibilitando assegurar questões referentes ao direito à inclusão, acessibilidade e educação, assim como, impulsionar ações na perspectiva de promover um ambiente mais inclusivo e transformador no que diz respeito a aprendizagem de todos.

O DUA consiste em um modelo prático que objetiva maximizar as oportunidades de aprendizagem para todos os estudantes, público da educação especial ou não, ampliando o conceito de acessibilidade a espaços, objetos e ferramentas para apresentar um desenho didático que norteia o professor para a organização do ensino numa perspectiva inclusiva que perpassa pela flexibilidade do currículo e acesso à aprendizagem (MEYER; ROSE; GORDON, 2002; CAST, 2018).

A proposta do DUA, se pauta na criação e na aplicação de estratégias que envolvam acessibilidade a todos, observando condições para que as pessoas possam aprender sem barreiras (CAST, 2018). Dessa maneira, acaba sendo desejável que as práticas pedagógicas sejam subsidiadas, tanto no planejamento quanto na ação do professor, pela perspectiva do DUA resultando em uma proposta inclusiva.

O DUA parte da compreensão de que é possível dispor de recursos e ações que atendam a todas as pessoas e, no caso da escola, a todos os estudantes. Dito de outra forma, a título de exemplo, buscamos o conceito de rampa. A rampa é um recurso que serve tanto às pessoas que apresentam uma deficiência física e dificuldade de locomoção quanto por pessoas que não apresentam nenhuma deficiência, como um idoso, uma pessoa obesa ou uma mãe empurrando um carrinho de bebê (ROSALIN, 2022).

Assim, ao se partir do pressuposto da acessibilidade para todos, independentemente dos impedimentos ou condições, acaba emergindo a ideia de integração de tal conceito aos processos de ensino e aprendizagem. Com isso o ensino é pensado para atender as necessidades variadas dos alunos, uma vez que além das barreiras físicas, também existem barreiras pedagógicas.

O DUA não é um modelo ou uma preferência pedagógica, mas uma abordagem cuja ênfase está na necessidade de renovar as práticas devido às transformações da realidade educacional atual. Assim, o DUA consiste em um conjunto de princípios baseados na pesquisa e constitui um modelo prático cujo objetivo consiste em potencializar as oportunidades de aprendizagem para todos os estudantes público-alvo da Educação Especial ou não.

Na prática pedagógica, o DUA visa auxiliar na iniciativa que os educadores e demais profissionais têm de adotarem modos de ensino adequados, escolhendo e desenvolvendo materiais e métodos eficientes, de maneira que sejam elaborados de forma mais justa e aprimorados para poder avaliar as aprendizagens dos estudantes.

Dessa maneira, ao contrário das ideias que visualizam adaptações específicas para um aluno em particular, em determinada atividade, se pensa em formas diferenciadas de ensinar o currículo visando alcançar todos os estudantes (ALVES et al., 2013).

Na prática, quando se propicia materiais concretos para o aprendizado de conteúdos matemáticos para um aluno cego, a título de exemplo, esse recurso, normalmente, é pensado e adaptado para os alunos-alvo da turma, contudo, na perspectiva do DUA, o mesmo material pode ser utilizado por todos na sala de aula e, beneficiar outros estudantes a compreender os conteúdos ensinados.

Portanto o DUA assume o pressuposto de estratégias ligadas a elaboração e aplicação de um currículo flexível, que facilite o ensino e a aprendizagem (CAST, 2018). Em pesquisas de Neurociência a respeito de como a pessoa aprende e, portanto, consiste em princípios e estratégias que se correlacionam a acessibilidade para o aprendizado procurando remover as barreiras que dificultam o ensino e a aprendizagem, beneficiando desta maneira todos os estudantes, uma vez que “[...] não existe um único meio de representação de conteúdo, já que os processos de apreensão não ocorrem da mesma maneira para todos” (SOUZA, 2020, p. 232).

Podendo-se entender que o Desenho Universal para a Aprendizagem acaba por possibilitar o acesso de todos os envolvidos no processo de aprendizagem ao currículo, independente de suas condições, respeitando as particularidades e os talentos dos estudantes, sobretudo a partir de diversas estratégias sejam elas didáticas, tecnológicas ou pedagógicas diferenciadas, que incluam a tecnologia assistiva (PLETSCH e SOUZA, 2021).

O DUA não é um método, mas uma proposta que envolve diversas estratégias para um ensino flexível e que valorize a pluralidade do estudante e o seu modo de aprendizagem. Apresenta como objetivo, auxiliar os educadores e demais profissionais a adotarem modos de ensino de aprendizagem adequados, escolhendo e desenvolvendo materiais e métodos eficientes, de forma que seja elaborado de forma mais justas e aprimorados para avaliar o progresso de todos os estudantes (ZERBATO e MENDES, 2018).

2.1.1 Principais Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem

Para utilização do DUA, três princípios fundamentais precisam ser observados, baseados na investigação neurocientífica, como exposto no Quadro 1.

Quadro 1 – Princípios Fundamentais para o DUA.

Ordem	Princípio	Detalhamento
A	O que da aprendizagem:	Os estudantes apresentam diferentes maneiras de como percebem e compreendem os conhecimentos que lhes é apresentado. Um exemplo disso são os alunos com deficiências sensoriais (surdos e cegos), com dificuldades de aprendizagem como a dislexia, com outras línguas ou

	proporcionar modos múltiplos de apresentação	<p>culturas, podendo requerer maneiras distintas de apresentar os conteúdos.</p> <p>Outros, simplesmente, podem captar a informação de maneira mais rápida ou mais eficiente por meio de recursos visuais ou auditivos em vez de um texto impresso.</p> <p>Com isso, a aprendizagem e a transferência do aprendizado ocorrem quando múltiplas apresentações são usadas, pois isso permite aos estudantes fazerem conexões interiores, entre os conceitos que são apresentados. Não existe um meio de representação ideal para todos os estudantes, por isso mesmo, oportunizar modos múltiplos de apresentação dos conteúdos se torna essencial.</p>
B	<p>O como da aprendizagem:</p> <p>proporcionar modos múltiplos de ação e expressão.</p>	<p>Os estudantes se diferenciam nas formas como procuram o conhecimento e para expressar o que sabem. Um exemplo disso, são as pessoas com alterações significativas de movimento (paralisia cerebral), aqueles com dificuldades nas habilidades estratégicas e organizativas (transtorno da função executiva), os que apresentam barreiras com a comunicação etc., fazendo a ação e a expressão da aprendizagem de maneira muito diferente.</p> <p>Alguns são capazes de se expressar bem com textos escritos, mas não conseguem de maneira oral, e vice-versa. Também se precisa reconhecer que a ação e a expressão requerem uma grande quantidade de estratégias, organização e prática; este acaba sendo um outro aspecto em que os estudantes apresentam diferenças.</p> <p>Em realidade, não existe um modo de ação e expressão ideal para todos os alunos; sendo assim, é preciso promover opções variadas para que a ação e a expressão se manifestem, uma vez que são imprescindíveis.</p>
C	<p>O porquê da aprendizagem:</p> <p>proporcionar modos múltiplos de implicação, envolvimento e engajamento</p>	<p>As emoções das pessoas e a afetividade acabam sendo elementos cruciais para a aprendizagem, e os estudantes diferem notoriamente nos modos os quais podem ser provocados e motivados para poderem aprender. Contudo, existem uma diversidade de fontes que acabam influenciando na hora de explicar a variabilidade individual afetiva e de envolvimento, assim como, os fatores neurológicos e os culturais, a subjetividade, os interesses pessoais e os conhecimentos prévios, junto com outra gama de fatores presentes nestas diretrizes.</p> <p>Alguns estudantes se interessam por novidades mais que outros que não se interessam em participar e acabam se assustando com esses fatos, preferindo as atividades de rotina. Uns acabam optando por trabalharem sozinhos, outros preferindo trabalhar com os companheiros. Assim, não existe um único meio que seja ideal para todos os alunos em todos os contextos. Com isso é relevante proporcionar maneiras múltiplas de implicação e envolvimento.</p>

Fonte: CAST (2018)

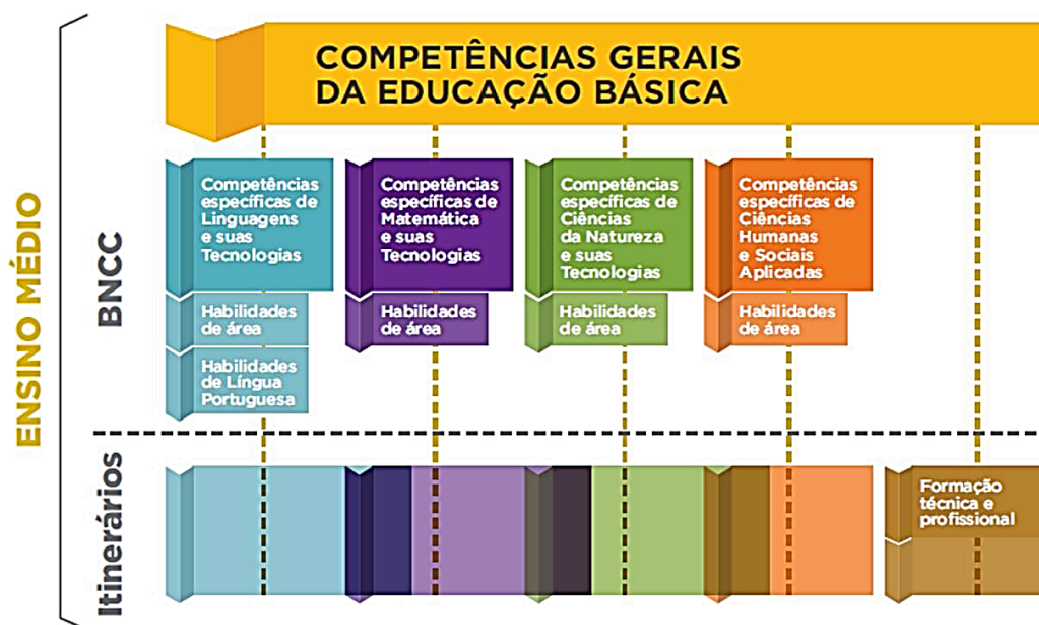
2.2 Incentivo da Abordagem científica através de Temáticas pela BNCC

Em todo o processo de construção da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) no que se refere a etapa do Ensino Médio, o documento que foi finalizado, aprovado pelo CNE e oficializado pelo MEC para o ano de 2018, o Ensino Médio precisa dar

continuidade ao Ensino Fundamental, se orientando no desenvolvimento das competências e habilidades pautadas na educação integral.

Limitamos nossa abordagem ao ensino médio, uma vez que, é este nível de ensino que o professor licenciado em Física atua em sala de aula. As aprendizagens para esta etapa são orientadas também pelas competências gerais para a Educação Básica, como representado no esquema da Figura 1, que inclui as aprendizagens essenciais e que são definidas pela BNCC, e aquelas relativas aos diferentes itinerários formativos, de acordo com o que está previsto na Lei nº 13.415 de 2017.

Figura 1 – Competências gerais para Educação Básica



Fonte: Brasil (2018, p. 469)

As aprendizagens que são tidas como essenciais definidas pela BNCC para o Ensino Médio, se encontram organizadas com base nas seguintes áreas de conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Essas áreas têm por finalidade integrar dois ou mais componentes do currículo, visando contemplar e atuar sobre todos os aspectos da complexa realidade escolar e social.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de acordo com a BNCC, é composta pela articulação da Física, da Biologia e da Química, se destacando que a sua aprendizagem vai além dos conteúdos conceituais, incorporando também a contextualização, os processos e práticas de investigação e das linguagens próprias das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018).

É nesse sentido, que para o Ensino Médio, a BNCC propõe o desenvolvimento do pensamento científico e do letramento científico, privilegiando conhecimentos conceituais que vão dar continuidade aos estudos realizados no Ensino Fundamental, aprofundando diversas Temáticas, tais como: Matéria & Energia, Vida & Evolução e Terra & Universo.

Os conhecimentos conceituais associados as temáticas constituem uma base que permite aos estudantes analisar, discutir e investigar situações-problema que venham de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar as teorias, modelos e leis aplicando-os para a resolução de problemas individuais, ambientais e sociais. Sendo assim, os estudantes acabam por reelaborar os seus próprios saberes relativos a essas temáticas, assim como reconhecer as limitações e potencialidades das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2018).

A BNCC também orienta a valorização das diferentes cosmovisões, considerando os conhecimentos e saberes dos povos e comunidades tradicionais, pautados nos parâmetros distintos aos dos modelos teóricos-metodológicos das ciências ocidentais na compreensão das relações do homem com a natureza (BRASIL, 2018).

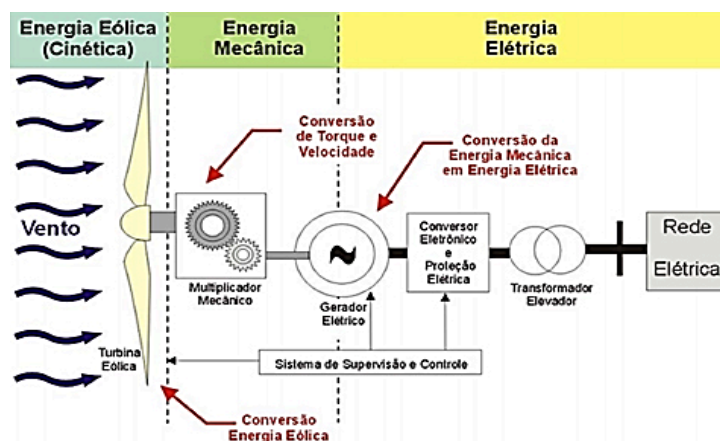
A temática Matéria & Energia, unidade proposta pela BNCC, possibilita trabalhar com a matriz energética por meio de diversificação de situações-problema, incluindo aquelas que permitem a aplicação dos modelos com um maior nível de abstração e que buscam explicar, analisar e prever os efeitos das interações e relações entre a matéria e a energia (BRASIL, 2018).

É possível nessa unidade analisar as matrizes energéticas brasileiras e mundiais ou realizar previsões a respeito da condutibilidade elétrica e/ou térmica dos materiais, a respeito do comportamento dos elétrons frente à absorção da energia luminosa, sobre o comportamento dos gases frente a alteração de pressão ou de temperatura, ou ainda mais, sobre as consequências das emissões radioativas no ambiente e na saúde.

2.3 A Física envolvida na Geração da Energia Eólica

O princípio de funcionamento da Geração de energia através da Energia Eólica, consiste na conversão do potencial da energia dos ventos (eólica) em Energia Mecânica, pela movimentação das hélices, para posteriormente induzir a Geração de Energia Elétrica, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Esquema geral do funcionamento de um aerogerador



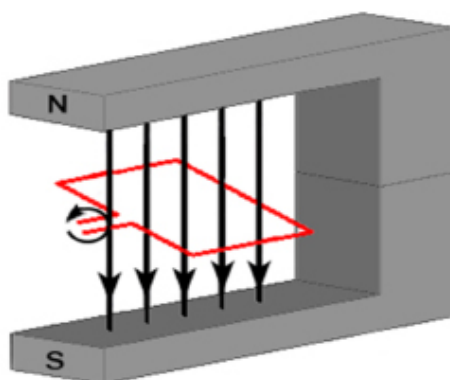
Fonte: Picolo (2014).

A turbina eólica acionada pelo vento transmite Energia Mecânica, que por sua vez, movimenta o gerador elétrico, convertendo Energia Mecânica em Energia

Elétrica por meio da conversão eletromagnética, provocado pelo acoplamento entre a turbina e os aerogeradores. Na maioria destes é feito por engrenagens multiplicadoras devido as diferentes rotações dos dois dispositivos.

De acordo com Pico (2014), o funcionamento do gerador eletromagnético baseia-se na rotação de uma espiral acionada por uma turbina. Essa espiral gira em torno de um eixo que se encontra perpendicularmente à direção das linhas de força de um campo magnético que pode ser produzido por ímãs e bobinas, como ilustrado na Figura 3. Esse movimento gera uma variação do fluxo do campo magnético ao longo do tempo, resultando na indução de uma força eletromotriz fem (ϵ). Dessa forma, a força eletromotriz surge a partir do movimento relativo entre a espiral e o campo magnético.

Figura 3 - Princípio básico de um gerador elétrico



Fonte: Pico (2014).

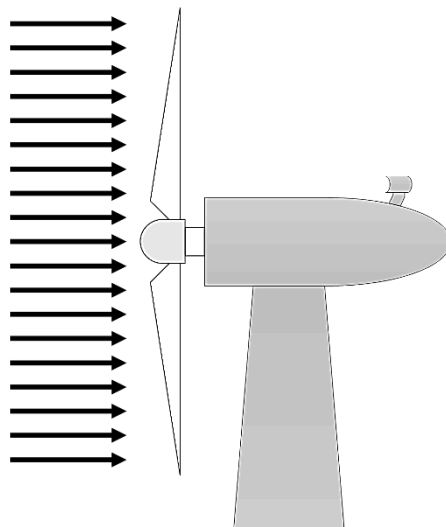
O fluxo magnético (Φ) é uma grandeza que pode ser dimensionada pela proporção com a intensidade do campo de indução magnética (B), a área da superfície plana da espira (A) e do ângulo formado entre o plano da superfície da espira e as linhas de campo magnético (θ), como apresentado na Equação 1.

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

2.3.1 Explicando o funcionamento da Geração Eólica

Segundo Pico (2014), a energia eólica é obtida a partir da conversão da energia cinética (E_c) contido nas massas de ar em movimento. Essas massas de ar são impulsionadas pelas diferenças de aquecimento solar na superfície terrestre e influenciadas pela relevância local, que modificam a direção e a intensidade dos ventos. A conversão dessa energia ocorre quando o vento atravessa as pás de uma turbina eólica, transferindo parte de sua energia cinética ao rotor. Esse processo acontece na área do círculo varrido pelas pás da turbina, conforme ilustrado na Figura 4, onde se observa a captura e a transformação da energia do vento em energia mecânica para posterior conversão em energia elétrica.

Figura 4 - Incidência do vento



Fonte: O autor (2025), inspirada em Picolo (2014).

A Equação 2, expressa a Energia Eólica (E), medida em Joule (J), que pode ser dimensionada em função da massa de ar (m), em quilograma (kg) e a velocidade do vento (v), medida em m/s. A Energia Eólica (E) também pode ser determinada em função da densidade do ar (ρ), expressa em kg/m^3 , o volume da massa de ar (vol), medido em m^3 , e a velocidade do vento (v).

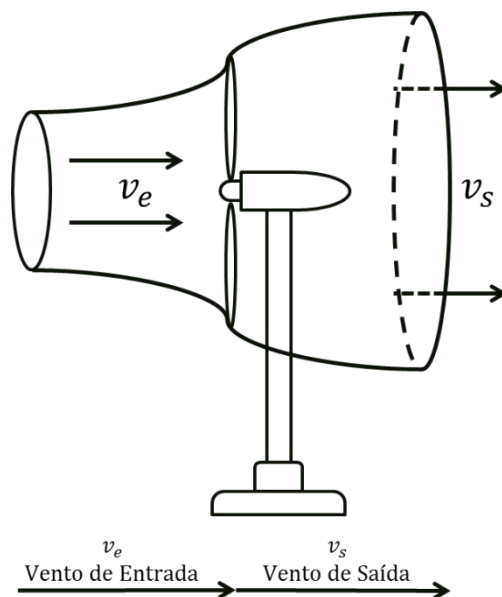
$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \text{vol} \cdot v^2 \quad (2)$$

Conseguimos dimensionar a Potência do vento no Gerador Eólico (P), expressa em Watt (W), através da relação expressa na Equação 3, em que é proporcional a densidade do ar (ρ), a velocidade do vento (v) e a área da circunferência descrita pelas hélices, expressa em m^2 .

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (3)$$

A potência do vento disponível para uma turbina eólica pode ser analisada a partir da variação da energia cinética do ar ao passar pelas pás. Segundo Pinto (2011), o fluxo de ar que atravessa a área varrida pela turbina que está representada na Figura 5, possui uma velocidade média que pode ser expressa de acordo com a Equação 4:

Figura 5 - Extração da energia do vento.



Fonte: O autor (2025), inspirada em Pico (2014).

$$v_m = \frac{v_e + v_s}{2} \quad (4)$$

onde v_e representa a velocidade do vento antes da passagem pela turbina, e v_s a velocidade do vento após atravessar as pás.

A energia cinética do vento antes (Equação 5) e depois (Equação 6) de passar pela turbina pode ser definida como:

$$E_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m \cdot v_e^2 \quad (5)$$

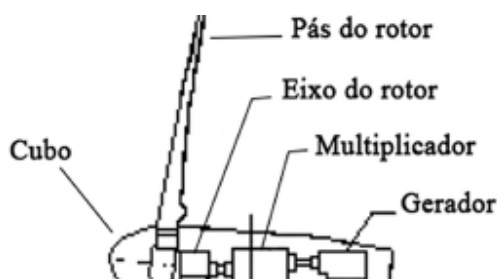
$$E_2 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m \cdot v_s^2 \quad (6)$$

Onde ρ é a densidade do ar e m a massa do fluxo de ar. Como a turbina extrai parte da energia do vento, tem-se a relação $E_1 > E_2$, já que a velocidade do vento reduz após a conversão da energia cinética em energia mecânica. Dessa forma, $v_s < v_e$, confirmando que há uma perda de velocidade ao longo do processo (Pinto, 2011).

Características de turbinas:

As turbinas eólicas são classificadas com base no número de pás e na sua orientação em relação à direção do vento. Segundo Pinto (2011), turbinas com uma ou duas pás apresentam menor eficiência e maior instabilidade, enquanto turbinas de três pás, representada na Figura 6, são as mais utilizadas devido ao melhor equilíbrio aerodinâmico e eficiência energética. Já as turbinas multipás são empregadas em aplicações específicas, como bombeamento de água.

Figura 6 – Turbina eólica



Fonte: Picolo (2014).

Além disso, a localização da turbina influencia diretamente a sua eficiência. Turbinas do tipo upwind (contra o vento) são mais eficientes do que as do tipo downwind (a favor do vento), pois evitam a interferência aerodinâmica do suporte da turbina. Quanto à instalação, as turbinas podem ser classificadas em onshore (em terra) e offshore (no mar). Conforme apontado por Pinto (2011), as turbinas offshore apresentam maior eficiência devido à constância e maior intensidade dos ventos marítimos.

3 METODOLOGIA

3.1 Sujeitos e Campo da Pesquisa

A pesquisa foi realizada com estudantes do 3º ano do ensino médio de uma instituição pública estadual localizada em pesqueira, agreste pernambucano, com idades entre 15 e 18 anos. O campo da pesquisa abrangeu a sala de aula, onde foram conduzidas as atividades didáticas e analíticas de um aerogerador.

3.2 Procedimentos Metodológicos

A metodologia de ensino proposta visou proporcionar aos estudantes uma compreensão ampla dos conceitos relacionados à energia eólica, abordando desde os fundamentos sobre energia até funcionamentos de aerogeradores. O foco esteve no desenvolvimento de habilidades críticas, analíticas e práticas.

Inicialmente, a contextualização e introdução teórica ocorreram com a apresentação de uma pergunta norteadora: "Como o vento pode ser transformado em eletricidade?". Essa questão foi apresentada em um slide para tornar a aula mais dinâmica e chamar a atenção dos alunos para o conteúdo a ser abordado.

A sequência didática seguiu os princípios de Zabala (1998), contemplando os objetivos conceituais, atitudinais e procedimentais dentro do processo de ensino-aprendizagem. Com base na abordagem DUA, buscou-se promover o entendimento e a compreensão dos conceitos e temas relacionados à energia eólica. Para isso, foram utilizados slides com conteúdo explicativo, vídeos demonstrativos e explicações detalhadas sobre os principais conceitos de energia e sua produção, garantindo a inclusão de todos os estudantes no processo.

Foram trabalhados conceitos fundamentais sobre energia, incluindo seus diferentes tipos (cinética, potencial, térmica, elétrica, entre outros) e suas transformações, com destaque para as aplicações práticas da energia eólica. Esses conteúdos foram explorados por meio de slides introdutórios, vídeos ilustrativos e a análise de uma turbina eólica.

A parte procedimental visou ao desenvolvimento de habilidades que permitissem aos estudantes responder ao questionário elaborado. Além disso, os objetivos atitudinais buscaram estimular competências como senso crítico, empatia e responsabilidade, incentivando os alunos a adotarem uma postura ética e reflexiva diante das informações e debates propostos.

3.3 Instrumentos da Pesquisa

Foram utilizados diversos instrumentos para facilitar o ensino e a avaliação dos estudantes, tais como:

Slides: apresentação dinâmica dos conceitos teóricos e dados estatísticos sobre energia eólica.

Formulário: questionário aplicado ao final da sequência didática para avaliar a compreensão dos estudantes.

Experimentos: análise do funcionamento de uma maquete de turbina eólica.

Reportagens: análise crítica de materiais jornalísticos sobre o impacto ambiental e social das usinas eólicas.

3.4 *Discussão e Avaliação*

Na etapa final, os estudantes participaram de uma discussão crítica e interdisciplinar sobre o impacto ambiental e social provocado pela instalação de usinas eólicas, contextualizando a realidade no estado de Pernambuco. Essa atividade incentivou a análise de injustiças ambientais e questões de saúde relacionadas ao tema, promovendo um olhar crítico e ético sobre o uso das energias renováveis.

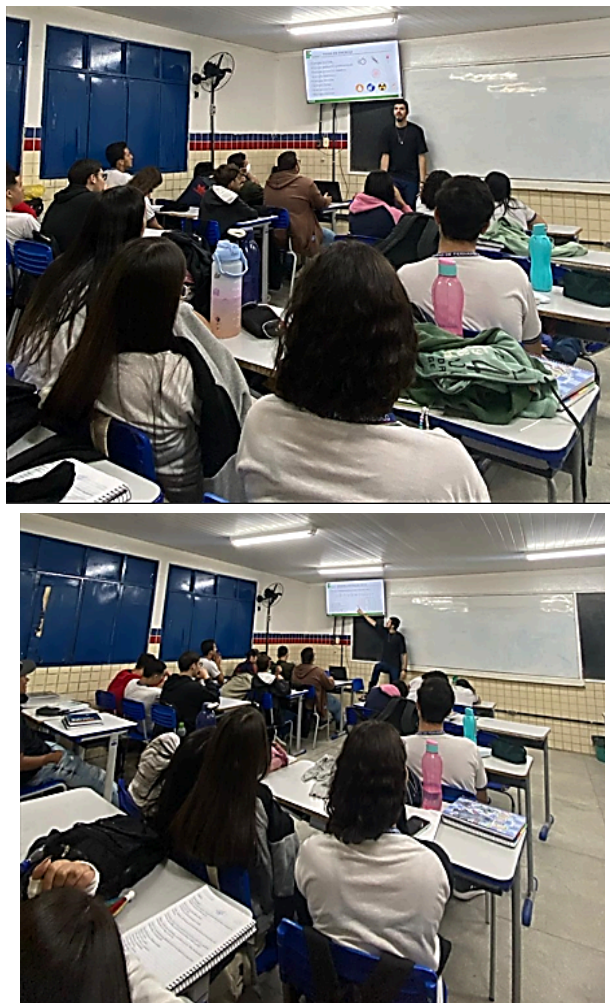
A avaliação foi realizada por meio de um questionário com questões objetivas e discursivas, abrangendo os conceitos teóricos trabalhados, e a análise crítica discutida em sala de aula. Esse formato permitiu avaliar tanto a compreensão dos estudantes sobre os temas abordados quanto sua capacidade de aplicar os conhecimentos adquiridos de forma prática e reflexiva.

4 RESULTADOS E ANÁLISE

A sequência didática foi desenvolvida e aplicada em contexto de sala de aula em formato presencial como atividade de extensão, em uma Escola Estadual localizada no Agreste Pernambucano. Destinado a estudantes do 3º ano do Ensino Médio Integral, o curso foi realizado no dia 26 de fevereiro de 2025, com carga horária de 3 horas/aulas.

Nas Figuras 7 e 8 é possível ver o momento de aplicação desta sequência em sala.

Figura 7 e 8 – Aplicação da Sequência Didática



Fonte: O autor (2025)

Após a aplicação da sequência de ensino coletamos resultados através de um questionário. Os resultados indicaram que os estudantes, de uma maneira geral, apresentaram uma boa compreensão dos conceitos básicos de Energia Eólica apresentados em sala, embora ocorreu alguns pontos que precisavam ser reforçados. Como por exemplo, discrepâncias na primeira pergunta que abordava o conceito de *Energia*. Alguns estudantes apresentaram conceitos restritos, definindo-a simplesmente como exemplificações através de respostas tais como: "luz, uma lâmpada". Outros estudantes deram respostas detalhadas, mencionando aspectos da transformação de energia e sobre as formas de energia, como mostra a Figura 9:

Figura 9 – Resposta em Formulário

Energia é a capacidade de realizar trabalho e pode existir em diversas formas, como térmica, elétrica e química. Ela não é criada nem destruída, apenas transformada. Compreender e usar a energia de forma eficiente é essencial para a sustentabilidade.

Fonte: O autor (2025)

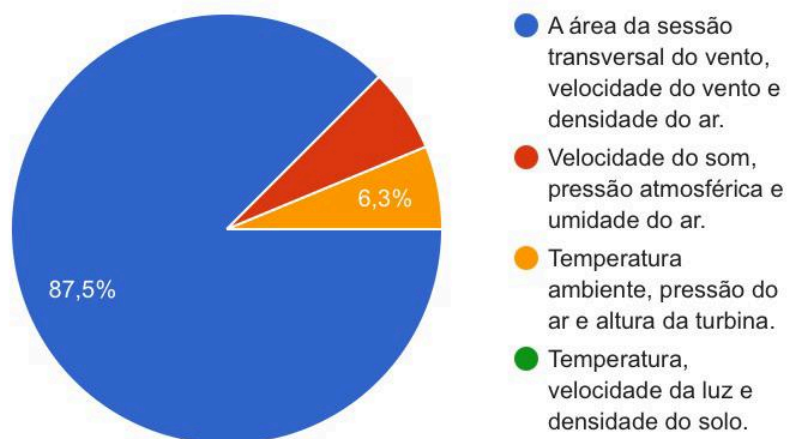
Ao partir para associar as turbinas eólicas e as suas partes, muitos estudantes deixaram suas respostas em branco, o que pode significar falta de compreensão do conteúdo ou total desconsideração. Entre aqueles que responderam, os comentários gerais foram falando sobre o rotor, o trocador de velocidade, o gerador e a torre, explicando as funcionalidades destes itens. Para corrigir esta deficiência pode-se reforçar os conhecimentos por meio de vídeos, imagens e outros, que ajudam na familiarização dos alunos com o dispositivo.

No questionamento sobre a geração de energia dentro das turbinas eólicas, muitos estudantes identificaram corretamente a transformação de energia cinética do vento em energia mecânica e, em seguida, em energia elétrica. Alguns até mencionaram a energia solar: Isso representa uma confusão entre as fontes de energia renováveis ou fontes de energia não renováveis. Assim, se fez necessário esclarecer o entendimento geral, a respeito das principais diferenças entre energia solar e energia eólica, destacando que mesmo ambas sendo fontes de energia renováveis, não significam a mesma coisa.

Quando se partir para trabalhar os "efeitos da energia eólica na comunidade" obteve-se um resultado que, em sua maioria, destacaram os seus benefícios, tais como: criação de empregos, fornecimento de energia limpa, desenvolvimento econômico local. Alguns também apontaram críticas, tais como: o uso de grandes áreas e mudanças no terreno, explicitando uma postura crítica em que eles conseguem enxergar elementos negativos mesmo ponderando sobre os diversos benefícios. Embora os estudantes tenham uma boa compreensão sobre os benefícios socioeconômicos, talvez precisem de mais oportunidades de debate sobre os efeitos ambientais e sociais, em espaços tais como nas aulas de Filosofia, Sociologia ou Geografia.

Quando os estudantes foram perguntados sobre os fatores que influenciam o cálculo da Energia Eólica, a maioria mencionou a densidade do ar, a área transversal do vento e a velocidade do vento. Uma certa porcentagem de respostas implica ainda que alguns estudantes não absorveram o conceito principal da equação, como mostrado na Figura 10:

Figura 10 – Porcentagem das respostas a pergunta



Fonte: O autor (2025)

Um outro questionamento que surgiu foi a respeito de se as turbinas eólicas prejudicam os pássaros ou não e, se sim, o que deve ser feito. A principal coisa que os estudantes disseram foi que devem ser feitos estudos de impacto ambiental antes que comecem a sua instalação e que a sua localização deve ser a uma distância segura de rotas migratórias importantes ou áreas de convergência para os pássaros. Algumas respostas mencionaram o uso de pás coloridas nos propulsores, uma sugestão que ainda é controversa e carece de fundamento científico para ser adotada. Isso evidencia que os estudantes estão cientes do impacto ambiental da instalação de Geradores Eólicos e propõem contramedidas adequadas, embora a discussão sobre a eficácia dessas soluções seja interessante.

A análise das respostas do formulário mostrou que os alunos possuem um bom entendimento sobre Energia Eólica, especialmente no que se refere à conversão de energia e aos seus benefícios socioeconômicos. A maioria das respostas demonstrou conhecimento sobre o funcionamento dos aerogeradores, os fatores que influenciam a geração de Energia Eólica e sua importância para um desenvolvimento sustentável.

Para que todos os estudantes pudessem ter acesso ao processo de ensino-aprendizagem observando as diversas formas de aprender para isso foram utilizados slides introdutórios com as primeiras noções do conteúdo sobre energia eólica, reforçando com vídeos ilustrativos, diagramas e simulações interativas e percebemos que ao utilizar estes recursos os alunos reagiam de maneira bastante positiva, demonstrando estarem bem interessados, para depois dessa introdução partir para vídeos de funcionamento real e simulações interativas, consolidando os conceitos com cálculos matemáticos aplicados à energia eólica, que é a parte que os alunos não gostam por matemática não ser a matéria favorita de muitos deles. Mas foi explicado que os cálculos matemáticos fazem parte do estudo da física.

De modo geral, os resultados indicam que o tema foi bem assimilado e despertou o interesse dos alunos. Para consolidar ainda mais esse aprendizado, é importante aprofundar a discussão sobre os impactos ambientais e reforçar a compreensão dos componentes e processos envolvidos na geração de energia eólica. Dessa forma, os alunos poderão ampliar sua visão sobre a importância das fontes renováveis no contexto energético atual.

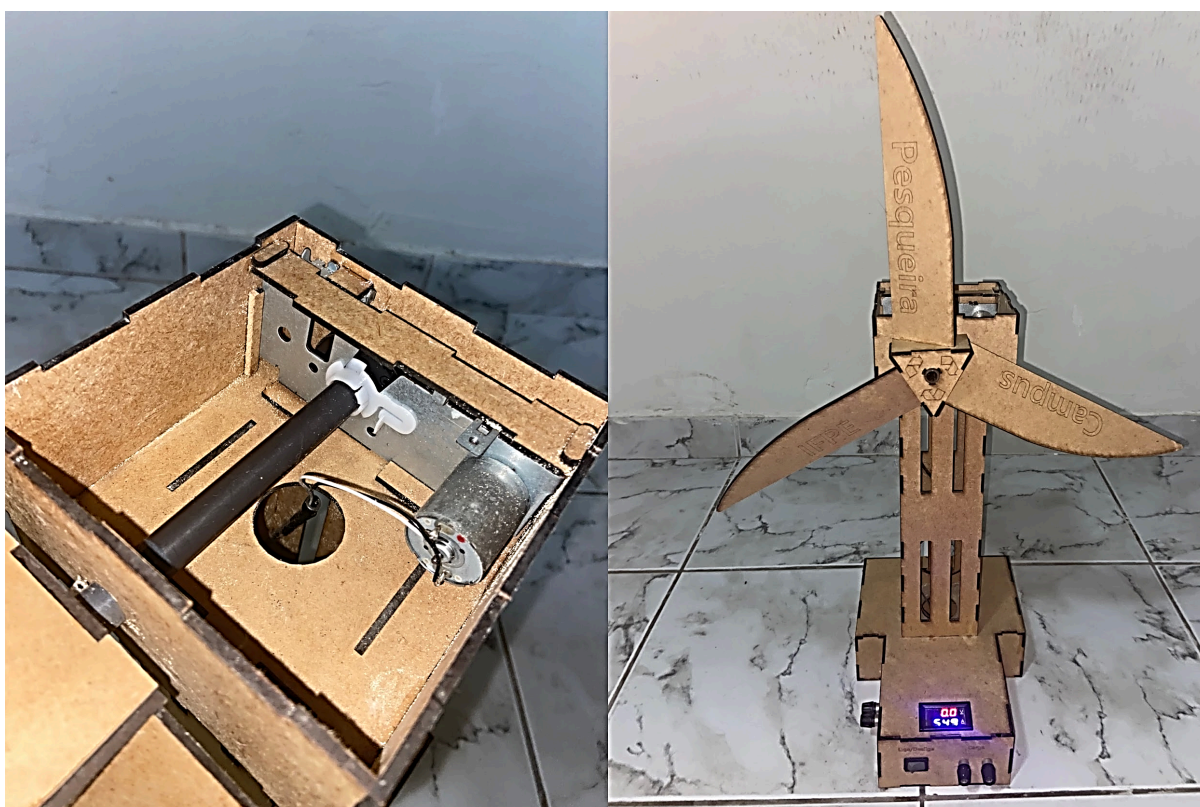
A maquete do Gerador Eólico foi essencial na sequência didática, permitindo a aplicação prática dos conceitos teóricos e tornando o aprendizado mais acessível. No ensino de Física, muitos conceitos são abstratos, e a construção da maquete, ilustrada na Figura 9, ajudou os alunos a compreenderem, de forma visual e experimental, a conversão da energia cinética do vento em energia elétrica.

A atividade atendeu três objetivos principais: conceitual, facilitando o entendimento da conversão de energia e do funcionamento dos aerogeradores; procedimental, desenvolvendo habilidades de construção e análise de modelos físicos; e atitudinal, estimulando criatividade, colaboração e reflexão sobre energias renováveis.

Durante a atividade, discutiram-se eficiência energética, impacto ambiental e viabilidade da Energia Eólica. Os alunos compararam a maquete com os aerogeradores reais e debateram os desafios dessa tecnologia no Brasil, especialmente em Pernambuco.

Integrada estrategicamente à sequência didática, a maquete reforçou a teoria com as simulações e as explanações, tornando o aprendizado mais concreto. Além disso, a análise crítica ao final da atividade estimulou a reflexão sobre os desafios reais da Energia Eólica.

Figura 11 – Maquete da Turbina Eólica



Fonte: O autor (2025)

A experiência vivenciada através da sequência de ensino mostrou-se positiva ao tornar o ensino mais dinâmico e envolvente, favorecendo o aprendizado experimental e desenvolvendo habilidades tais como: o trabalho em equipe e o pensamento crítico, além de consolidar o conhecimento sobre Energia Eólica,

despertando maior interesse dos estudantes pelo estudo da Física e das Ciências da Natureza.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procuramos construir uma sequência didática capaz de ensinar conceitos da Física em turmas do Ensino Médio tratando da temática da Energia Eólica, apresentando as curiosidades e as polêmicas. Portanto, esta sequência procurou dialogar com os conceitos da Física, abordando alguns teóricos e pesquisadores que estudaram sobre o tema da Energia Eólica, assim como o desenvolvimento de atividades em sala de aula atendendo as necessidades dos estudantes e os objetivos preconizados no organizador curricular de Física da rede estadual de ensino de Pernambuco.

Acreditamos que o trabalho com sequências didáticas, enquanto metodologia de ensino, contribui de maneira significativa tanto para o professor quanto para os estudantes, olhando para o conhecimento, socializando informações habilitando os alunos a construir os seus argumentos e defender suas ideias.

Sendo assim, tal metodologia de ensino se configura como sendo uma proposta interessante capaz de engajar os alunos no dia a dia da sala de aula, sobretudo aqueles participantes do ensino integral, uma vez que vai possibilitar sua aplicação e desenvolvimento em todas as fases do ensino, desde a educação infantil até os cursos de graduação.

As atividades organizadas em nossa sequência didática, nos possibilitaram, realizar uma sondagem na sala de aula, para entender qual o nível de conhecimento prévio dos alunos, o seu desempenho, além de visualizar o que ainda precisa ser trabalhado ou reforçado para que a aprendizagem se tornasse mais significativa.

Acreditamos que a proposta de trabalho através de sequências didáticas acaba sendo bastante enriquecedora, desde que o modelo adotado esteja alinhado com os conteúdos propostos pelo currículo (e necessários para a formação dos alunos), de forma que os leve à reflexão e a incluir os seus conhecimentos na prática do cotidiano, se transformando em um ser crítico e reflexivo.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer aos professores Dr. Herick Talles Queiroz Lemos, como Co-orientador de nossa pesquisa, e Me. Bemielison Gletson da Silva Bezerra pelas contribuições na condução deste Trabalho de Conclusão de Curso, demonstrando paciência e sabedoria na condução e na conclusão desta jornada, e não esquecendo dos estudantes participantes, que aceitaram com alegria e entusiasmo, o desafio proposto na sequência didática construindo a maquete proposta.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.M.; RIBEIRO, J.; SIMÕES, F. **Universal Design for Learning (UDL):** contributos para uma escola de todos. *Indagatio Didactica*, 55(4):122-146. 2013.

Disponível em: <https://proa.ua.pt/index.php/id/article/view/4290>. Acesso em: 26 fev. 2025.

BRASIL. **A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 17 fev. 2025.

CAST. **Diretrizes de Design Universal para Aprendizagem versão 2.2**. 2018. Disponível em: <https://www.cast.org/impact/universal-design-for-learning-udl>. Acesso em: 26 fev. 2025.

CBEE. **Centro Brasileiro de Energia Eólica / UFPE**. 2000. Disponível em: www.eolica.com.br. Acesso em: 15 abr. 2024.

MEYER, A.; ROSE, D.; GORDON, D. **Universal Design for Learning (UDL)**. Estados Unidos: CAST, 2002.

PICOLO, A. P., RÜHLER, A. J., & RAMPINELLI, G. A.. (2014). Uma abordagem sobre a energia eólica como alternativa de ensino de tópicos de física clássica. *Revista Brasileira De Ensino De Física*, 36(4), 01–13. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000400007>.

PINTO, M. de O. **Fundamentos de Energia Eólica**. Rio de Janeiro: Gen, 2011.

PLETSCH, M. D.; SOUZA, I. M. da S. **Diálogos entre acessibilidade e Desenho Universal na aprendizagem**. In: PLETSCHE, M. D. et al. *Acessibilidade e Desenho Universal na Aprendizagem*. Campo dos Goytacazes, RJ: Encontrografia, 2021.

ROSALIN, M. C. **Desenho Universal para a Aprendizagem: contribuições à prática pedagógica**. Paranaguá, 2022.

SERÉ, M.; COELHO, R. L. G.; NUNES, R. F. **Compreendendo a experimentação no ensino de ciências**. In: GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Experimentação no ensino de física*. 1. ed. São Paulo: Edusp, 2003.

SOUZA, I. Z. de. **Metodologias pedagógicas inovadoras, crenças e concepções no trabalho docente dialógico: elementos reveladores na prática-teoria prática da Educação Básica**. 2020. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. **Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar**. *Educação Unisinos*, São Leopoldo, v. 22, n. 2, abr./jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.4013/edu.2018.222.04>.