



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

**“E O VENTO LEVOU...” – UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE
INVESTIGATIVA ENVOLVENDO TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA**

Diego Figueiredo Rodrigues

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Deise Miranda Vianna

Rio de Janeiro
Agosto de 2023

**“E O VENTO LEVOU...” – UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE
INVESTIGATIVA ENVOLVENDO TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA**

Diego Figueiredo Rodrigues

Orientadora: Deise Miranda Vianna

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dra. Deise Miranda Vianna (UFRJ-interna)
(Presidente)

Dr. Hugo Milward Riani de Luna (UFRJ-
interno)

Dr. Eduardo Folco Capossoli (Colégio Pedro
II-externo)

Dr. Artur Batista Vilar (IFRJ-externo)

Rio de Janeiro
Agosto de 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

R696? Rodrigues, Diego Figueiredo
"E O VENTO LEVOU..." - UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE
INVESTIGATIVA ENVOLVENDO TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA /
Diego Figueiredo Rodrigues. -- Rio de Janeiro, 2023.
96 f.

Orientadora: Deise Miranda Vianna.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós
Graduação em Ensino de Física, 2023.

1. Ensino de Física. 2. Energia eólica. 3. CTS. 4.
Atividades investigativas. I. Vianna, Deise
Miranda, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Dedico esta dissertação a todos aqueles que me apoiaram e tiveram paciência comigo durante a minha caminhada profissional. Dedico também a todos os colegas de profissão que acreditam que somente a educação liberta.

Agradecimentos

Ao Instituto de Física da UFRJ por se importar com a formação de seus alunos. Durante o meu tempo de graduação e mestrado tive o prazer de conhecer professores fantásticos.

Aos alunos de Licenciatura em Física do PIBID/UFRJ–Física, que prontamente aceitaram o convite de participarem da minha atividade, em especial: Beatriz, Isadora, João Gabriel, Luana e Raiane.

Ao grupo de pesquisa do qual participo, PROENFIS, onde tive o privilégio de conhecer profissionais de excelência, que hoje se tornaram amigos. Muito obrigado por toda ajuda e suporte.

À minha orientadora, professora Deise Miranda Vianna. Não há nesse mundo palavras que expressem a minha gratidão por tudo que a senhora fez por mim. Muito obrigado pelas conversas, orientações, dicas, **puxões de orelha** e, principalmente, pela sua enorme paciência. Um dos maiores orgulhos da minha vida foi ter a senhora como orientadora.

Aos meus irmãos, Allan e Mariana. Vocês, mesmo um pouco mais distantes geograficamente, ainda são e serão para sempre a minha base. Muito obrigado por tudo desde sempre.

Aos meus pais, Maria do Carmo e Stanley. Vocês são o exemplo de tudo que eu quero ser para os meus filhos. Obrigado por serem meus pais e, acima de tudo, meus amigos. Mesmo um pouco distante, levo vocês em meu coração. Saibam que não existe um único dia em que eu não pense em vocês.

À minha esposa e melhor amiga, Laryssa. Só nós sabemos tudo que nós passamos até hoje. Foram anos amadurecendo o que agora floresceu. Não existe receita certa para a felicidade, nós construímos a nossa com muitos erros, conversas, lágrimas e, em alguns momentos, uma solidão momentânea. Existe muita história nas nossas risadas, muita informação nos nossos olhos e muito suor nas nossas mãos. Saiba que o meu objetivo de vida é ser tão bom para você quanto você é para mim. Todos os dias. Você é e continuará sendo para sempre o meu porto seguro. Eu te amo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

“E O VENTO LEVOU...” – UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA ENVOLVENDO TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA

Diego Figueiredo Rodrigues

Orientadora: Deise Miranda Vianna

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O presente trabalho apresenta uma proposta CTS envolvendo atividades investigativas a partir de um produto educacional em forma de roteiro didático. Ele aborda o tema energia e suas transformações, com ênfase nas energias eólica e elétrica. Possui questões sociais relevantes para estudantes do ensino médio, além de exercícios de vestibulares conhecidos. Junto ao roteiro também há uma linha do tempo do uso da energia eólica pela sociedade desde os primeiros registros feitos pelo homem, onde os alunos devem colocar em ordem cronológica a partir de acontecimentos históricos. O nosso produto foi construído em concordância com os parâmetros da Base Nacional Comum Curricular, que possui competências e habilidades sobre energia e suas transformações. Devido ao período de pandemia da COVID-19, o trabalho foi aplicado de forma remota e síncrona para alunos de licenciatura em Física do Instituto de Física da UFRJ que participaram do PIBID/UFRJ–Física e que estavam no início da graduação. O encontro foi gravado com a devida autorização dos estudantes. Todas as falas durante a atividade foram transcritas e analisadas a partir de indicadores de alfabetização científica, onde se pôde observar o processo de construção do conhecimento a partir da discussão dos discentes. Após o final da atividade, houve um pequeno debate, onde os licenciandos contribuíram com críticas e sugestões.

Palavras-chave: Ensino de Física, Energia Eólica, CTS, Atividades Investigativas, Alfabetização Científica

Rio de Janeiro
Agosto de 2023

ABSTRACT

“E O VENTO LEVOU...” – UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA ENVOLVENDO TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA

Diego Figueiredo Rodrigues

Supervisor: Deise Miranda Vianna

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The present work presents a STS proposal involving investigative activities based on an educational product in the form of a didactic script. It addresses the topic of energy and its transformations, with an emphasis on wind and electrical energy. It has social issues relevant to high school students, in addition to well-known university entrance exam exercises. Along with the script there is also a timeline of the use of wind energy by society since the first records made by man, where students must place in chronological order based on historical events. Our product was built in accordance with the parameters of the National Common Curricular Base, which has skills and abilities on energy and its transformations. Due to the COVID-19 pandemic period, the work was applied remotely and synchronously to Physics undergraduate students at the UFRJ Physics Institute who participated in PIBID/UFRJ–Physics and who were at the beginning of their degree. The meeting was recorded with the students' permission. All speeches during the activity were transcribed and analyzed based on scientific literacy indicators, where it was possible to observe the process of knowledge construction based on the students' discussion. After the end of the activity, there was a small debate, where the students contributed with criticisms and suggestions.

Keywords: Physics Education, Wind Energy, STS, Investigative Activities, Scientific Literacy

Rio de Janeiro
August 2023

Sumário

Capítulo 1	Introdução	1
Capítulo 2	Justificativa	2
Capítulo 3	Eficiência de uma turbina eólica.....	4
Capítulo 4	O que encontramos na literatura	9
Capítulo 5	Referencial teórico	17
5.1	A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	17
5.2	Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).....	18
5.3	Atividades investigativas (AI)	22
5.4	Alfabetização científica (AC).....	23
Capítulo 6	Descrição e aplicação da atividade	25
6.1	Descrição da atividade.....	25
6.2	Linha do tempo.....	32
6.3	Aplicação da atividade.....	36
Capítulo 7	Análise de dados	37
7.1	Os indicadores de alfabetização científica.....	37
7.2	O Grupo 2	39
Capítulo 8	Conclusão	51
	Referências bibliográficas	53
Anexo 1	Habilidades da BNCC.....	56
Anexo 2	Primeira versão da linha do tempo.....	57
Apêndice A	Material do professor.....	63
Apêndice B	Material do aluno.....	80

Capítulo 1

Introdução

Nosso trabalho apresenta uma atividade envolvendo energia e suas transformações, com ênfase em energia eólica e energia elétrica. Tivemos como objetivo levar os alunos a refletirem sobre temas que são relevantes para nós enquanto sociedade, como a distribuição desigual de energia elétrica, formas de energia e de transformação de energia, a energia eólica, o futuro das matrizes elétricas e algumas questões de vestibulares conhecidos.

Elaboramos um roteiro didático para o aluno e construímos uma linha do tempo do uso da energia eólica pelo ser humano. Devido à pandemia de COVID-19, nosso trabalho foi aplicado de maneira virtual e síncrona para alunos de licenciatura em Física do Instituto de Física da UFRJ que participaram do PIBID/UFRJ – Física e que estavam no início da faculdade. Nós gravamos toda a discussão, com a devida autorização dos alunos e dos responsáveis, caso menores de 18 anos. Além disso, analisamos as falas dos grupos a partir dos indicadores de alfabetização científica de Sasseron e Carvalho (2008).

Dedicamos o capítulo seguinte à justificativa para o nosso tema. No capítulo 3, discutiremos a eficiência de um aerogerador e, no próximo, apresentaremos trabalhos na literatura que abordam o assunto com o mesmo objetivo que o nosso. No Capítulo 5 mostraremos o nosso referencial teórico, que é separado em quatro eixos: a Base Nacional Comum Curricular; Ciência, Tecnologia e Sociedade; atividades investigativas; e alfabetização científica. No Capítulo 6, faremos a descrição da atividade, mostraremos a linha do tempo e comentaremos sobre a sua aplicação. No Capítulo 7, há a nossa análise de dados e, no Capítulo 8, a conclusão, seguida das referências bibliográficas. Outrossim, este trabalho possui dois anexos e dois apêndices: o Anexo 1, que conta com as habilidades da BNCC (BRASIL, 2018) que se enquadram no nosso trabalho; o Anexo 2, mostrando a primeira versão da nossa linha do tempo do uso da energia eólica pela sociedade; o Apêndice A, que é o material do professor; o Apêndice B, material do aluno.

Capítulo 2

Justificativa

Termos como “transição energética”, “net zero” e “descarbonização da economia” estão sendo muito utilizados nos dias de hoje. Nos últimos 100 anos, a temperatura média da Terra aumentou consideravelmente e percebe-se uma aceleração nesse processo (UNEP, 2022). Tal aumento tende a modificar o clima do nosso planeta e acarreta uma maior intensidade de eventos climáticos extremos (NAZAR, 2023).

A literatura indica que o aumento da temperatura se deve às atividades humanas, que aumentam, na atmosfera, a quantidade de gases do efeito estufa (WWF, 2021), promovendo um aquecimento acentuado em um curto período, gerando efeitos climáticos catastróficos no nosso planeta.

Parte desses gases é gerado pela forma com que o ser humano transforma e usa energia. Hoje, 85% da matriz energética mundial é composta por fontes não renováveis de energia, as maiores responsáveis pela emissão de gases do efeito estufa (EPE, 2022). A queima desses combustíveis gera alguns gases, como o dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e vapor d’água. Os três primeiros geram grande preocupação do ponto de vista ambiental.

Sendo assim, é perceptível que, para se reduzir emissões, é necessário mudar a forma de como usamos energia. Tal processo é chamado de transição energética e, como o próprio nome diz, é um caminho para modificar a nossa matriz energética com base em inovações tecnológicas e novas soluções, alcançando assim maior sustentabilidade. Diminuir a participação de fontes fósseis, aumentar a eficiência energética, estimular formas de armazenamento de energia, bem como fontes que não emitam, e incentivar o conhecimento tecnológico são caminhos para se chegar ao objetivo proposto (GANNOUM e ESTEVES, 2022).

Hoje, temos medidas positivas nesse processo, como o aumento da participação das fontes renováveis, como as fontes eólica, solar, bioenergética e hidráulica. Esta última tem papel fundamental no nosso país pois 56,8% da nossa energia elétrica vem de usinas hidrelétricas (EPE, 2022). Também, técnicas de captura de carbono vêm sendo utilizadas em alguns países. Ele é armazenado e utilizado quando possível, em um processo chamado *Carbon Capture, Utilisation and Storage*, ou CCUS, utilizado inclusive pela Petrobras no pré-sal. A técnica permite reinjetar o CO₂ de volta ao reservatório de onde saiu, reduzindo a emissão de CO₂ por barril. Nos nove primeiros meses de 2021, 6,7

milhões de toneladas de CO₂ foram reinjetados, o que equivale a quase todo volume reinjetado em 2020. Isso torna a estatal brasileira a maior do mundo em volume de gás carbônico reinjetado em 2021 (PETROBRAS, 2022).

Arelado aos processos produtivos, tecnologias de descarbonização e compensações das emissões, termos como neutralidade de carbono e net zero são importantes. Os dois miram no efeito líquido das emissões. O primeiro não significa zerar as emissões de carbono, mas sim reduzir a emissão ao máximo possível e compensar, com novas tecnologias de redução de emissão ou novas estratégias, o que precisa de emissão de carbono. O net zero visa processos produtivos mais abrangentes, onde é necessário compensar e diminuir, além da emissão própria, emissões indiretas geradas por toda cadeia produtiva envolvida na atividade industrial (GANNOUM e ESTEVES, 2022).

Ter uma economia global com emissões de carbono reduzidas, a fim de se conseguir uma neutralidade climática, é o que se chama de descarbonização, atividade essencial para se combater as mudanças climáticas, e é o que se espera nos próximos anos (IBERDROLA, 2021).

Nosso trabalho, como já exposto, tem foco na energia eólica, uma das soluções para a descarbonização da economia a partir da transição energética, sendo uma fonte de transformação de energia limpa. Sendo assim, discutiremos questões relevantes associadas ao tema a partir daqui.

As usinas eólicas utilizam a energia do vento na produção de eletricidade. Atualmente, representam 12,5% da matriz elétrica brasileira, sendo uma das principais fontes de energia renovável do Brasil. Em fevereiro de 2023, 890 parques eólicos estavam em operação, sendo a maioria no Nordeste. A energia gerada é capaz de abastecer 36,2 milhões de residências por mês. São aproximadamente 25 GW de capacidade instalada em operação comercial. Um futuro promissor garante cerca de 44,8 GW de capacidade eólica até 2028 (ABEEÓLICA, 2023).

A usina eólica gera emprego, capacitando a mão de obra local, não emite CO₂, é renovável, permite que o proprietário da terra siga com plantações criação de animais, gera renda e melhoria de vida para proprietários de terra com arrendamento para colocação das torres, entre outros (ABEEÓLICA, 2023). Entretanto, assim como qualquer usina, também possui adversidades, como a poluição sonora gerada pelo ruído das pás e a morte de animais, inclusive os que controlam pragas (SILVEIRA, 2019).

Capítulo 3

Eficiência de uma turbina eólica

Existe um limite de eficiência para as turbinas eólicas. Em outras palavras, significa o máximo que se consegue extrair do vento em condições ideais. Considere a figura abaixo, que mostra uma turbina eólica.

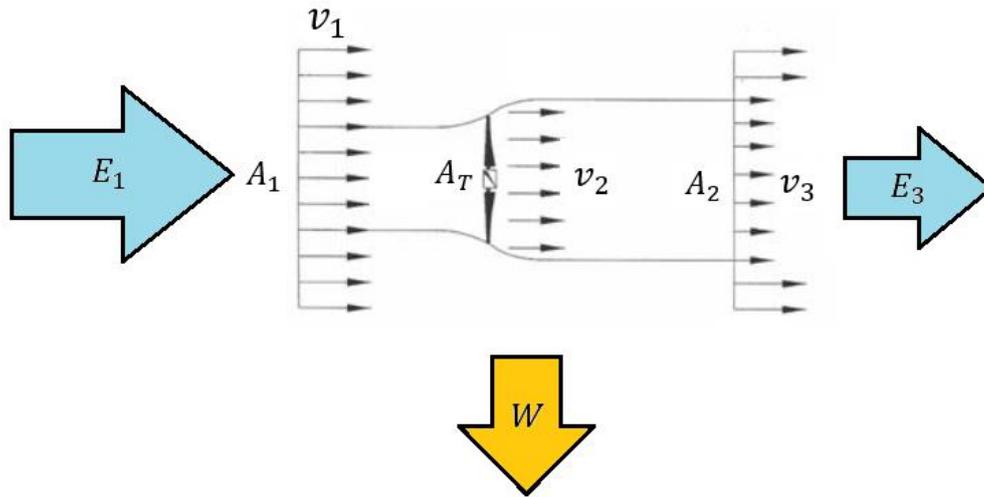


Figura 1 – Turbina eólica. Adaptado de CRESEB (2015).

Considere que um fluido, em alta velocidade, simbolizado por \vec{v}_1 , se expande na turbina, fazendo-a girar em um movimento de rotação, realizando torque e movendo o gerador elétrico que se encontra em seu interior, gerando eletricidade. Tal processo não ocorre de forma que toda energia do vento seja integralmente transformada, fazendo com que haja um fluxo de saída de vento, à jusante, simbolizado por \vec{v}_3 , que, por conservação de energia, é menor que \vec{v}_1 . Considere \vec{v}_2 a velocidade que o vento alcança imediatamente após atingir a turbina.

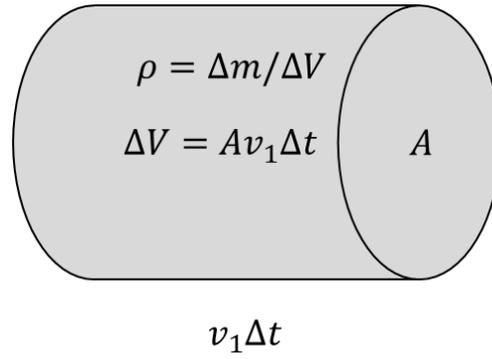
Temos que para o fluido de densidade ρ e velocidade \vec{v}_1 a energia por unidade de volume é:

$$E_1 = \frac{\rho v_1^2}{2} \quad (1)$$

E a potência média por unidade de volume é:

$$P_1 = \frac{v_1^2}{2} \frac{\Delta \rho}{\Delta t} \quad (2)$$

Considerando um volume fixado por:



Assim:

$$\dot{m} = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho v_1 A_1 \quad (3)$$

$$\rho v_1 A_1 = \rho v_1 A_T = \rho v_1 A_3 \quad (4)$$

A variação de potência do fluido entre a entrada e saída da turbina é:

$$\Delta P \times \Delta V = \frac{1}{2} \frac{\Delta m}{\Delta t} (v_1^2 - v_3^2) \quad (5)$$

$$\Delta P = \frac{1}{2} \rho A_T v_2 (v_1^2 - v_3^2) \quad (6)$$

Alternativamente podemos chegar ao mesmo resultado pensando na diferença de pressão entre as pás da turbina. Se pegarmos uma região imediatamente anterior ao sensor e outra imediatamente a seguir, e usando o teorema de Bernoulli (fluxo é considerado perfeito e estacionário, assim como o fluido é considerado incompressível), temos que a variação de pressão entre as regiões de entrada e saída das pás é dada por:

$$p_3 - p_2 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_3^2) \quad (7)$$

A força sobre o a turbina é:

$$F = A_T (p_3 - p_2) = \frac{1}{2} \rho A_T (v_1 + v_3) (v_1 - v_3) \quad (8)$$

A potência na turbina é:

$$P = F v_2 = \frac{1}{2} \rho A_T v_2 (v_1^2 - v_3^2) \quad (9)$$

Exatamente o mesmo resultado anterior.

De acordo com Nussenzveig (2016, p. 34), a força exercida em um fluido é:

$$\overline{\Delta F_V} + \overline{\Delta F_S} = \Delta m \vec{a} = \rho \Delta V \vec{a} \quad (10)$$

onde \vec{a} é a aceleração da partícula, $\overline{\Delta F_V}$ é a resultante das forças volumétricas e $\overline{\Delta F_S}$ é a resultante das forças superficiais.

O módulo será:

$$= \rho A_T v_2 \Delta t \frac{\Delta v}{\Delta t} = \rho A_T v_2 (v_1 - v_3) \quad (11)$$

Igualando as equações do módulo da força obtemos que:

$$v_2 = \frac{(v_1 + v_3)}{2} \quad (12)$$

A potência fornecida à turbina é dada por:

$$P_{Turb} = \frac{v_1^2}{2} \rho v_1 A_T \quad (13)$$

$$P_{Turb} = \frac{v_1^3}{2} \rho A_T \quad (14)$$

Assim como:

$$\Delta P = \frac{1}{4} \rho A_T (v_1 + v_3) (v_1^2 - v_3^2) \quad (15)$$

A eficiência teórica seria:

$$\eta = \frac{\Delta P}{P_{Turb}} = \frac{1}{4} \rho A_T (v_1 + v_3) (v_1^2 - v_3^2) \times \frac{2}{\rho A_T v_1^3} \quad (16)$$

$$\eta = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{v_3}{v_1}\right) \left(1 - \frac{v_3^2}{v_1^2}\right) \quad (17)$$

Considerando que $\frac{v_3}{v_1} = x$, temos:

$$\eta = \frac{1}{2} [1 + x] \cdot [1 - x^2] \quad (18)$$

Podemos encontrar os pontos críticos da função calculando sua derivada e igualando a zero. Ademais, podemos encontrar o máximo e o mínimo na segunda derivada: menor que zero é um máximo e maior que zero é um mínimo. Estamos interessados em encontrar o valor máximo da eficiência.

$$\frac{d\eta}{dx} = -\frac{3x^2}{2} - x + \frac{1}{2} \quad (19)$$

Igualando a zero, teremos:

$$-\frac{3x^2}{2} - x + \frac{1}{2} = 0 \quad (20)$$

Os pontos críticos são:

$$x_1 = -1 \quad (21)$$

$$x_2 = \frac{1}{3} \quad (22)$$

Calculando a segunda derivada, teremos:

$$\frac{d^2\eta}{dx^2} = -3x - 1 \quad (23)$$

Substituindo x_1 na equação acima nos dará 2 como resultado, que é maior que zero, ou seja, um mínimo. Substituindo x_2 , nos dará -2 , menor do que zero e, portanto, um máximo. Logo, $\frac{1}{3}$ é o valor que corresponde ao máximo na função da eficiência:

$$x = \frac{1}{3} = \frac{v_3}{v_1} \quad (24)$$

Sendo assim, a eficiência que podemos extrair é:

$$\eta = \frac{1}{2} [1 + x] \cdot [1 - x^2] = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{1}{3}\right] \cdot \left[1 - \left(\frac{1}{3}\right)^2\right] \cong 0,593 = 59,3\% \quad (25)$$

Sendo assim, a eficiência máxima que podemos extrair no processo é de 59,3%. Tal valor é chamado de limite de Betz em homenagem trabalho do físico alemão Albert Betz publicado em 1919 (WIKIPEDIA, 2020).

Nas figuras abaixo, temos, na primeira, a relação entre a eficiência, também chamada de coeficiente de potência, em função de $\frac{v_3}{v_1}$ e, na segunda, temos a análise dos diferentes tipos de rotores em relação à eficiência e à velocidade periférica.

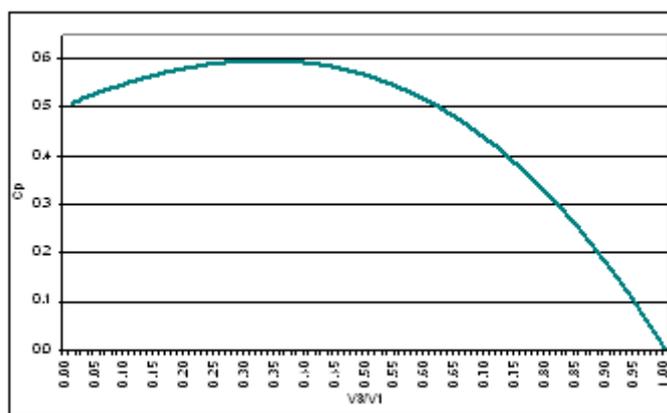


Figura 2 – Gráfico da eficiência extraída do vento. Fonte: CRESESB (2015).

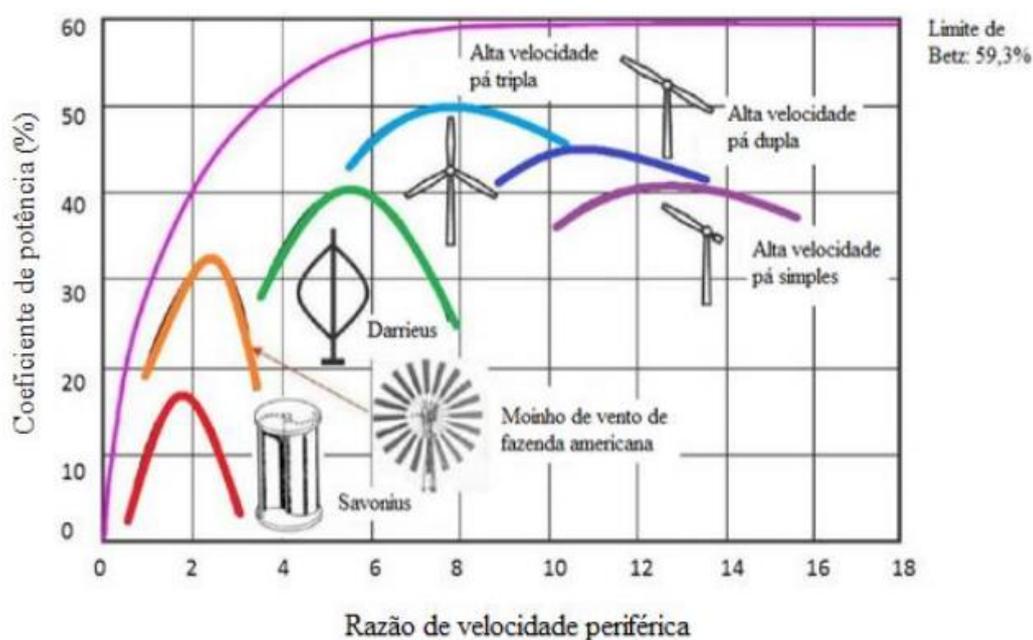


Figura 3 – Tipos de rotores. Fonte: CAVALCANTE, Y. F. O. et al (2015).

Em nosso trabalho, utilizamos a energia eólica associada à geração de eletricidade e a práticas humanas, como esportes e caça, contextualizando historicamente a partir da criação de uma linha do tempo do uso da energia do vento, como será exposto no Capítulo 6.

Capítulo 4

O que encontramos na literatura

Para este trabalho, procuramos artigos relacionados ao ensino de Física a partir da energia eólica em turmas de ensino médio da educação básica. Buscamos na plataforma SciELO, no Portal de Periódicos da CAPES e no Google Acadêmico. Como palavras-chave utilizamos os termos “energia eólica ensino de Física” e “energia eólica ensino”, entre os anos de 2015 e 2022, selecionando 14 trabalhos relevantes para a nossa linha de pesquisa.

O trabalho de Cruz et al. (2022) foi realizado dentro de uma disciplina eletiva, dada de maneira interdisciplinar, em turmas do ensino médio e teve como objetivo mostrar todo o processo de obtenção de energia elétrica a partir da energia eólica através de uma maquete, feita de materiais de baixo custo, e que foi construída pelos próprios alunos.

A atividade foi separada em cinco momentos. No primeiro, com duração de dois tempos de 50 minutos, foi realizada uma avaliação diagnóstica, elaborada pelos professores, para sondagem de conhecimentos prévios dos estudantes sobre energia eólica. No segundo momento, também com dois tempos de 50 minutos, foram estudados conteúdos sobre corrente elétrica, tensão elétrica, e associação de receptor elétrico. O terceiro e quarto momentos foram utilizados para a construção da maquete com materiais de baixo custo, como isopor, EVA, tinta guache, lâmpadas LED, entre outros. No quinto e último momento, houve a apresentação do trabalho.

Para avaliar se houve aprendizagem, aplicaram o mesmo questionário passado no início do trabalho. De acordo com os autores e com o resultado do questionário, houve grande avanço dos conhecimentos dos alunos sobre a energia eólica e sua aplicabilidade com preservação do meio ambiente.

Santos (2022) apresentou, em sua dissertação, uma proposta de cartilha informacional digital sobre energias renováveis que será utilizada nas escolas da região, em turmas de ensino fundamental II, em ações de educação ambiental.

O trabalho tem como objetivo popularizar, a nível informacional, a energia eólica, que está em implementação na região, a partir de informações ambientais.

Santos, Nascimento e Guerra (2022) trazem uma revisão bibliográfica e analisam o desempenho de trabalhos voltados aos aerogeradores eólicos como estratégia

educacional ao ensino de Física a partir da exploração de fenômenos associados à produção de energia elétrica a partir da força do vento.

Os pesquisadores utilizaram a plataforma SciELO e Google Acadêmico, totalizando quatro trabalhos, entre os anos de 2014 e 2021, cujo produto educacional está atrelado ao ensino de Física por meio do funcionamento dos aerogeradores eólicos.

O trabalho sinalizou que os discentes aprenderam de modo mais aprofundado conceitos aplicados à energia eólica devido à produção de mini aerogeradores durante o desenvolvimento de projetos em sala. Dessa forma, os autores analisaram que é possível trabalhar conceitos físicos a partir do funcionamento dos aerogeradores, mostrando ser uma estratégia educacional ativa e participativa ao ensino de Física.

Couto, José e Campos (2021) elaboraram uma sequência didática, interdisciplinar, com o tema energia eólica, na plataforma FlexQuest®, que seleciona casos e minicasos representativos de situações reais, retirados da internet. O objetivo dos autores foi verificar as possíveis contribuições dessa abordagem para a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes.

O trabalho foi aplicado em turmas do ensino médio da educação básica e totalizaram 10 horas de aula, em cinco encontros de 2 horas cada e com as etapas: contexto, que tem como objetivo incitar os estudantes; casos, associando a energia eólica em situações a partir de recorte de notícias, matérias ou vídeos publicados na internet; questões, que buscam o pensamento crítico e a reflexão dos estudantes a partir da análise dos casos; processos, que mostram que a resolução de um caso ou minicaso pode contribuir para resolver outras situações; e transferência, que mostra que o tema estudado não termina ao fim das perguntas, e leva os estudantes à elaboração de um produto.

Os autores notaram o desenvolvimento da autonomia, representação e domínio no decorrer das aulas, mostrando que a plataforma é uma estratégia educacional interessante, inclusive para elaborar atividades interdisciplinares.

Soares, Guidotti e Fazio (2021) desenvolvem uma sequência de ensino investigativa, com o tema energia eólica, a partir do Complexo Eólico de Osório, no Rio Grande do Sul. O produto educacional contempla discussões no âmbito CTSA e envolveu atividades experimentais e teóricas.

O trabalho foi aplicado em uma turma de ensino fundamental II e foi dividido em 5 atividades, totalizando 14 tempos de aula. Na primeira atividade, há questões problematizadoras que dão início à construção do conhecimento a partir de um suposto diálogo em uma rede social. Na segunda atividade, são formados grupos de alunos e cada

grupo deverá escolher uma fonte de energia para defender, mas todos deverão realizar atividades experimentais, com materiais de baixo custo, envolvendo a hidrelétrica e o gerador eólico. Na atividade 3, os alunos devem criar um infográfico sobre a geração de energia eólica a partir da construção de um minigerador eólico. A atividade 4 tem por objetivo estudar outras formas de energia e suas transformações em energia elétrica. Na atividade 5, os estudantes devem criar vídeos informativos para a comunidade escolar utilizando as fotografias e registros desenvolvidos durante as atividades anteriores.

Os autores concluíram que a sequência de ensino investigativa criou um ambiente escolar dinâmico, interativo e social, motivando o aluno e tornando-o o construtor de seu próprio conhecimento científico.

Carvalho (2021) tem como objetivo estudar a relação entre matéria e energia no processo de geração de eletricidade a partir da energia eólica, compreendendo como ocorre essa transformação a partir do conceito de indução eletromagnética. Dessa forma, o autor elabora uma sequência didática que visa discutir tópicos associados à transformação de energia eólica em elétrica.

Inicialmente, o autor elaborou um questionário para verificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca de temas como energia eólica, aerogerador e transformações de energia.

A primeira atividade do trabalho aborda um texto didático para leitura, visando: a discussão do assunto com o grupo e também com o professor, o reconhecimento de elementos de Física em textos de divulgação científica e refletir sobre a relação entre a ciência e as informações jornalísticas. A segunda atividade aborda uma sequência de cenas do filme “O menino que descobriu o vento”, buscando focar nos momentos relacionados ao conhecimento da Física. Essa etapa tem como objetivo discutir a produção de eletricidade a partir da energia eólica. A atividade 3 propõe uma série de experimentos: um físico para a apresentação em sala e outros dois em simulação virtual. Eles têm em comum o conceito de indução eletromagnética e tem como objetivo mostrar a relação desse fenômeno com o processo de transformação de energia. Na atividade 4 são propostos problemas associados ao conceito de indução eletromagnética, onde o aluno deve usar todo conhecimento adquirido nas atividades anteriores para solucionar o problema. Na última atividade, são aplicadas questões de vestibulares com os temas de energia eólica e indução eletromagnética.

Assim, Carvalho (2021) afirma que foi possível construir uma fala mais articulada de conceitos físicos relacionados ao tema. Além do mais, no trabalho houve grande

participação e esforço por parte dos alunos e favoreceu o diálogo e troca de ideias acerca do tema.

Junior, Silva e Loureiro (2019) fazem uma prática experimental focada na relação entre o funcionamento de turbinas eólicas e assuntos de Física. Dessa forma, fizeram um projeto que englobava a criação, montagem e testes de funcionamento de protótipos em miniatura de cata-ventos, feitos pelos alunos. Outrossim, o trabalho também tinha como objetivo fazer com que os discentes reflitam sobre o importante papel das fontes renováveis de energia para o processo de geração de energia elétrica.

Foram promovidos debates durante a construção dos protótipos que enriqueceram a prática experimental, que, segundo os autores, é uma ferramenta essencial na associação da teoria com a prática. Toda a atividade estimulou a participação dos alunos, tornando-os mais ativos e participantes no meio social em que vivem.

Blandes (2018) elabora um guia didático de apoio ao professor, com o tema energia eólica. O trabalho é voltado para o ensino fundamental II através de uma proposta investigativa, contendo uma abordagem histórica e conceitual.

O trabalho foi dividido em etapas e possui 4 experimentos de baixo custo. Na primeira etapa, houve um questionário para verificar o conhecimento prévio dos alunos acerca do tema em discussão. Na segunda, foi passada uma lista de problemas com 6 questões que relacionam energia eólica e produção de eletricidade, além de realizarem 2 experimentos a fim de auxiliar na resolução das 3 primeiras questões. As etapas 3 e 4 se resumem em discussões e debates, com caráter investigativo, referentes às questões anteriormente abordadas.

Na etapa 5, foram realizados mais dois experimentos a fim de auxiliar os alunos na resolução das 3 últimas questões passadas na segunda etapa. O autor afirma que oportuniza a discussão dos grupos, promovendo debates que incentivam na aprendizagem dos estudantes. Na sexta etapa houve discussões e debates acerca das questões feitas anteriormente. Na sétima e oitava etapas, houve a construção de uma maquete representando a usina eólica e relacionando-a com a produção de eletricidade. Na última etapa, ocorreu novamente uma avaliação para verificar se houve aprendizagem por parte dos estudantes.

Ao total, foram nove tempos de aula, três por semana, totalizando três semanas de aplicação da atividade. Segundo o autor, os resultados foram satisfatórios, visto que os alunos demonstraram interesse e comprometimento em todas as atividades desenvolvidas

no processo, sem contar que houve uma maior interação entre os próprios alunos durante a atividade, tornando-a fundamental no processo de ensino e aprendizagem.

Monteiro (2018) apresenta uma proposta CTSA, interdisciplinar, na qual elabora uma sequência didática contemplando conteúdos de mecânica, termodinâmica, hidrodinâmica e eletromagnetismo associados à energia eólica. O objetivo, segundo o autor, foi criar situações que gerassem e estimulassem o trabalho coletivo e a interação entre professor e aluno. Foram utilizados textos, atividades experimentais e simulações computacionais.

A sequência foi aplicada para a terceira série do ensino médio e possui seis encontros. Cada encontro durou dois tempos de 45 minutos, totalizando 12 tempos de aula.

O primeiro encontro foi marcado por uma apresentação sobre o trabalho, atrelado à explicação dos objetivos propostos em cada etapa da sequência didática que, segundo o autor, serviu como efeito motivador à participação dos estudantes. Também foi passado um vídeo visando maior motivação da turma.

Após o vídeo, foi entregue um texto de autoria própria contendo a maioria dos conteúdos das aulas. O objetivo do autor foi observar o conhecimento da turma em relação aos temas propostos visto que, em cada momento da leitura do texto, houve comentários e questionamentos por parte do autor.

O segundo encontro foi marcado pelo estudo de conceitos relevantes para a formação do vento a partir da aplicação de recursos didáticos, como vídeos. A discussão abriu espaço para também se discutir conteúdos sobre CTSA associados ao tema proposto, como o efeito estufa e o monitoramento de furacões. Além disso, o professor de Geografia foi convidado para uma aula interdisciplinar sobre a circulação atmosférica. Em seguida, houve uma atividade experimental sobre o calor específico para relacioná-lo com as brisas marítima e terrestre. Após isso, houve experimentos sobre os processos de propagação de calor.

No terceiro encontro, o autor relembra os temas abordados no encontro anterior e apresenta a energia cinética como tema principal do encontro, se estudando também o movimento do vento. A partir de um estudo de equações envolvendo energia cinética e potência, os alunos foram divididos em grupos para realizarem outra atividade experimental abordando transformações de energia. Após concluída a atividade, o autor relembrou aos alunos alguns conceitos de hidrodinâmica, o que levou a turma a mais uma prática experimental.

O quarto encontro foi dedicado à construção de um anemômetro didático utilizando materiais de baixo custo. Houve a leitura de um texto de apoio e práticas experimentais para auxiliar na construção do aparelho.

No quinto encontro, o autor se dedicou a explicar por que o vento, ao bater na hélice de um aerogerador, provoca sua rotação, além do princípio do funcionamento da caixa de marchas utilizada nesse aparelho para controlar a velocidade de rotação. O encontro envolveu atividades experimentais e discussões em grupo.

O sexto e último encontro abordou a indução eletromagnética, onde houve práticas experimentais, uso de software livre e discussões em grupo.

Segundo Monteiro (2018), a atividade contribuiu para que os alunos aumentassem seu conhecimento acerca dos temas abordados de forma considerável. Também, houve grande aprovação pela turma, gerando um ambiente saudável para aprendizagem e motivador.

O trabalho de Silva et al. (2018) traz uma pesquisa experimental e bibliográfica e foi aplicado para turmas de ensino médio. Em um primeiro momento, foram passados questionários sobre transformação de energia a fim de verificar conhecimentos prévios por parte dos discentes e também para saber como um experimento envolvendo a construção de um minigerador eólico, com materiais reciclados, poderia ajudar na construção do conhecimento sobre Educação Ambiental.

No segundo momento houve uma explanação teórica abordando assuntos relativos ao trabalho, somado com a construção do minigerador eólico. Por fim, houve outro questionário com questões sobre meio ambiente e transformação de energia.

Segundo os autores, os objetivos da atividade proposta foram alcançados. Para mais, com a atividade, houve a percepção de uma melhora no processo de aprendizagem.

Santos et al. (2017) apresenta uma abordagem para o ensino de Física, em turmas de ensino médio, utilizando como tema gerador a energia eólica, fazendo com que o professor possa, a partir desse tema, trabalhar outros assuntos, como eletromagnetismo e dinâmica dos fluidos. O trabalho contou com o uso de software, apresentações de vídeos e uma atividade experimental.

Os autores dividiram as turmas participantes em dois grupos: em um grupo (grupo A) houve aulas com simulações, vídeos e uma atividade experimental, enquanto no outro grupo (grupo B) houve apenas aulas tradicionais abordando os conteúdos.

No primeiro momento, foi aplicado o questionário avaliativo para verificar conhecimentos prévios a respeito do assunto. Após, foram ministradas aulas sobre

energias renováveis, com ênfase na energia eólica, em conjunto com os tópicos de Física associados à energia eólica. No terceiro momento, foram aplicadas simulações, houve um experimento e um vídeo acerca do tema. Por fim, aplicou-se uma atividade avaliativa para se medir o conhecimento adquirido durante as atividades.

Foi verificado que o grupo que teve apenas aulas tradicionais teve um rendimento menor que o outro grupo, mostrando, segundo Santos et al. (2017), que a metodologia aplicada no grupo A foi satisfatória. A atividade aplicada foi fruto do trabalho de conclusão de curso de Santos (2016).

O trabalho Nardeli et al. (2015) evidencia a possibilidade e a necessidade da realização de aulas diferenciadas no ensino de Ciências. Tal trabalho foi produzido no âmbito do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), onde são abordados diferentes tipos de energia, como a solar, eólica, elétrica, hidráulica e nuclear. A atividade foi aplicada para alunos do ensino médio, fora do horário regular de aula, durando quatro tempos por semana, em quatro semanas.

Os alunos foram divididos em grupos, onde, em cada grupo, havia um bolsista do PIBID, e foram distribuídas tarefas investigativas a cada grupo. Inicialmente, foram feitas algumas perguntas associadas ao cotidiano, envolvendo problematizações de situações de interesse dos alunos. Foi proposto o desenvolvimento de um trabalho que envolvia o tema energia e suas aplicações, de maneira que cada grupo deveria escolher um tipo específico de energia para apresentar ao final da atividade. Nardeli et al. (2015) escolheram o tema energia eólica para analisar e colher dados para o trabalho.

Os grupos poderiam utilizar recursos multimídia ou maquetes. Os trabalhos apresentados continham informações relevantes a respeito do tipo de energia escolhida, como: história da evolução, como é transformada a energia, as vantagens e desvantagens e o princípio de funcionamento.

Para os autores, as discussões e interações dos alunos durante a atividade foram essenciais para a construção do conhecimento, visto que o assunto não estava sendo abordado em sala de aula durante o horário regular. O interesse na disciplina aumentou, o que contribuiu para o processo de aprendizagem. Além do mais, os autores identificaram que, a partir do momento em que as atividades ficaram por conta dos discentes, houve um aumento no comprometimento, interesse e responsabilidade por parte deles. Os assuntos abordados durante o trabalho foram cobrados em uma prova bimestral, e houve uma quantidade satisfatória de acertos nas questões.

Anjos et al. (2015) apresentam um projeto, interdisciplinar, em que alunos do ensino fundamental II participam de um estudo sobre formas limpas de energia, com ênfase na energia eólica, a partir de uma oficina com professores das áreas de Ciências e Matemática. Parte das tarefas foi realizada dentro de sala de aula e a outra parte na comunidade onde a escola reside. No artigo, o trabalho ainda estava em andamento.

Em um primeiro momento é passado o filme Avatar, que traz o tema destruição do meio ambiente. Após, é distribuído um questionário para avaliar conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos temas energia elétrica, eólica e economia de energia. Na terceira parte, as turmas assistem vídeos educativos que apresentam conceitos de energia fornecida a partir de aerogeradores e hidrelétricas. Em sequência, eles aprendem a calcular o custo de uma conta de energia elétrica. Na quinta etapa, os estudantes são convidados a construir um folheto educativo sobre economia de energia e sua distribuição na comunidade local. Na sexta etapa, há a construção de uma maquete onde um mini aerogerador fornece energia às lâmpadas. Por fim, os alunos respondem novamente a um questionário para que se verifique quais conceitos foram construídos durante as aulas.

Os autores afirmam que é possível utilizar o tema energia limpa em uma série de aulas pois o conteúdo abordado faz parte do cotidiano dos alunos, facilitando a participação e o interesse no conteúdo abordado.

Capítulo 5

Referencial teórico

O nosso produto educacional foi construído tendo como princípio a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), esta que desperta alguns aspectos para a conservação de energia e energia eólica. Utilizamos como referencial o CTS (AIKENHEAD, 1994) para a escolha do tema e utilizamos a metodologia de atividades investigativas (SASSERON E MACHADO, 2017) com avaliação nos indicadores de alfabetização (SASSERON E CARVALHO, 2008).

5.1 A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A BNCC (BRASIL, 2018) entende a ciência e tecnologia não apenas como ferramentas que solucionam problemas para a sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo. Dessa maneira, a educação básica deve se comprometer a com o Letramento Científico da população.

Dessa maneira, a BNCC define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental, tais como: conhecimentos conceituais da área; contextualização social cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; processos e práticas de investigação; e linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018).

Os conhecimentos conceituais envolvem aprendizagens específicas, a partir de leis, teorias e modelos, a fim de que o aluno consiga aplicar em diversos contextos. Sendo assim, a BNCC propõe um aprofundamento em conteúdos como matéria e energia, vida e evolução, e Terra e Universo. Acredita-se que o conhecimento adquirido nessas áreas se torna base para que o discente consiga analisar, investigar e argumentar a respeito de diversos problemas em seu meio social.

A contextualização social, cultural, ambiental e histórica propõe que haja discussões e reflexões a respeito do conhecimento científico nessas áreas. Em outras palavras, analisa as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesse sentido, aquele que aprende deve saber aplicar seus conhecimentos em sua vida, seja no plano individual, no meio onde vive ou em projetos de vida, ou no seu trabalho.

Os processos e práticas de investigação das ciências da natureza devem ser aplicados no Ensino Médio, aproximando, assim, os alunos da investigação científica. Eles devem identificar problemas, formular hipóteses, identificar variáveis relevantes,

testar hipóteses, explicar, entre outros. Uma abordagem investigativa é de grande valia para promover o protagonismo e a aprendizagem a partir dos desafios e dos problemas abertos e contextualizados. Nela, serão estimulados a curiosidade e a criatividade a fim de se buscar solução para os problemas propostos (BRASIL, 2018).

As linguagens das Ciências da Natureza são de fundamental importância para o processo de letramento científico fundamental para todo cidadão. O aluno deve saber se expressar a partir de conceitos físicos para que possa entender, avaliar, comunicar e divulgar o conhecimento científico. Isso garante maior autonomia, argumentação e segurança em discussões, por exemplo. Todavia, para que isso ocorra, é de fundamental importância que se tenha incentivo à leitura, que também servirá de base para estruturar discursos argumentativos.

Ademais, a BNCC conta também com competências específicas para cada área do conhecimento. Entendemos que o nosso trabalho se enquadra nas competências específicas 1 e 3, mostradas respectivamente a seguir:

“Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global” (BRASIL, 2018).

“Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)” (BRASIL, 2018).

Por fim, a BNCC conta com habilidades alocadas em cada competência específica. O nosso trabalho se enquadra nas seguintes: EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT106, EM13CNT301 e EM13CNT310, descritas no Anexo 1 deste trabalho.

5.2 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

Por muitas vezes, nós nos preocupamos tanto em ensinar algum conteúdo e não paramos para refletir se aquele conteúdo será de fato absorvido pelo estudante. Quais são as melhores estratégias para que haja o processo de ensino e aprendizagem?

A educação CTS é um dos caminhos. Um ensino CTS é orientado para a vida do aluno, como podemos ver na figura abaixo, de Aikenhead (1994):

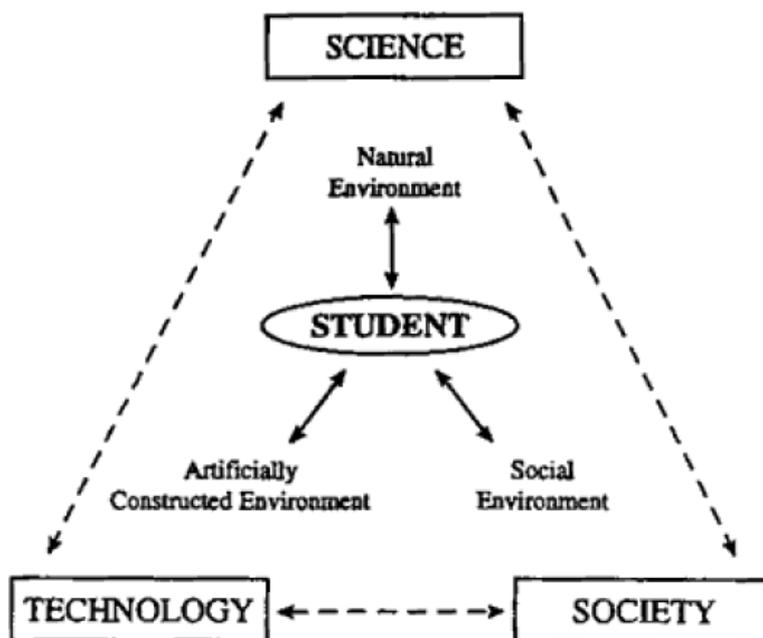


Figura 4. CTS. Fonte: Aikenhead (1994)

Segundo o autor:

“Ensinar ciências por meio da ciência-tecnologia-sociedade refere-se ao ensino sobre fenômenos naturais de uma maneira que incorpore a ciência no ambiente social e tecnológico do aluno. As flechas quebradas tentam sobrepor uma estrutura pedagógica que se harmoniza com as flechas sólidas. Em outras palavras, a instrução CTS visa ajudar os alunos a dar sentido às suas experiências cotidianas e o faz de maneira a apoiar a tendência natural dos alunos de integrar seus entendimentos pessoais de seus ambientes sociais, tecnológicos e naturais” (AIKENHEAD, 1994).

Para Campos e Severo (2023), a educação CTS tem por objetivo a formação ampla do indivíduo, com a inserção dos elementos sociais no processo de ensino e aprendizagem, de forma que ele consiga ter uma consciência crítica para a tomada de decisões dentro de seu meio social.

Para tal, é importante que os professores estejam preparados para lidar com os desafios de ensino a partir de uma aula com enfoque CTS. Campos e Severo (2023) fazem uma reflexão a partir de uma pesquisa sobre a percepção de docentes de diferentes disciplinas que atuam no Ensino Médio quanto aos pontos que competem a uma educação CTS e como são praticados dentro de sala de aula.

No total, 29 professores participaram da pesquisa. Dentre eles, 25 trabalhavam em escolas públicas, 1 em privada e 3 em ambas. O tempo de atuação na área varia entre menos de 1 ano e 33 anos e a idade dos participantes varia entre 25 e 56 anos.

O formulário feito para os participantes possuía 12 perguntas, sendo 10 fechadas e 2 abertas. Estas últimas tiveram como objetivo permitir que os participantes pudessem se expressar de forma mais livre.

A primeira pergunta foi a respeito da falta de interesse por parte dos alunos nas aulas. Os autores perguntam se ela está associada ao distanciamento dos conteúdos com a realidade social. A maior incidência de resposta foi na categoria de indiferente/indeciso/neutro, com 14 informantes. Também, 4 professores ficaram totalmente de acordo, 9 apenas concordaram, 1 discordou e 1 ficou em total desacordo.

Na questão 5, os autores perguntam com qual frequência os participantes criam, em sala de aula, cenários democráticos que incentivem a participação dos alunos. A resposta mais recorrente foi frequentemente, com 13 informantes. Também é importante considerarmos os dados de indiferente/indeciso/neutro, raramente e nunca que, somados, totalizam 7 votos. A última categoria, nunca, não apresentou interações.

A questão 6 é referente aos alunos formados. Os autores perguntam se os alunos concluem o Ensino Médio com habilidades relacionadas ao senso crítico bem desenvolvidas. A maior quantidade de resposta, com 12 informantes, foi em indiferente/indeciso/neutro.

A questão 7, relacionada à formação profissional, pergunta se, durante a formação como professor, foram abordadas metodologias de prática pedagógica que possibilitam orientar os alunos em sua formação para a vida e cidadania. Somente 5 professores votaram na categoria muito frequentemente. A categoria indiferente/indeciso/neutro registrou a maior parte dos votos, com 9 informantes.

Na questão 11, os autores pedem para que os profissionais expressassem o principal fator que dificulta ou inviabiliza uma prática pedagógica voltada para um ensino que contemple os assuntos presentes nos livros didáticos, mas que também estimule concomitantemente o desenvolvimento intelectual e crítico do aluno. Os tópicos mais abordados, em ordem decrescente, foram: escassez de recursos didáticos, falta de formação para professores, deficiência no planejamento interdisciplinar, desinteresse por parte dos alunos, carga horária insuficiente e outros fatores.

Na última questão, os autores solicitam que os participantes descrevessem o que compreendem por ensino no enfoque CTS. Somente 9 professores demonstraram compreensão. Tal número pode justificar, inclusive, segundo os autores, a posição de neutralidade na maioria das questões.

Cabe aqui uma reflexão para nós, enquanto professores formados ou em formação. O artigo mais antigo deste trabalho é o de Aikenhead (1994) e o de Campos e Severo (2023) é o mais atual. No total, se passaram mais de 29 anos de discussão acerca do ensino CTS na literatura. Houve mudança significativa por parte dos professores a respeito do tema? É evidente que não podemos tomar apenas o trabalho de Campos e Severo (2023) para responder a esta questão, mas cabe a nós, em nossas rotinas profissionais, pensar a respeito.

Em outro artigo, encontramos Belançon (2017), que reflete sobre a evidente necessidade de se incluir ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e alfabetização científica e tecnológica (ACT) na grade curricular do curso de licenciatura em Física que está sendo construída na universidade em que atua como professor.

“Ninguém duvida que é preciso discutir ciência e seus desdobramentos tecnológicos e sociais, entretanto, precisamos criar uma nova disciplina e área de pesquisa ou bastaria que atualizássemos o ensino de Física desde o início? Quero dizer, a necessidade das disciplinas de CTS e ACT não é um sintoma de que estamos ensinando Física I, II, III e IV de maneira equivocada?” (BELANÇON, 2017).

O autor afirma que, em sua experiência, boa parte dos alunos têm demonstrado maior interesse pela disciplina a partir de seu rompimento com a abordagem tradicional. Entretanto, ainda há alunos que preferem a abordagem tradicional, enunciando as leis e resolvendo exercícios, sem as discussões profundas e interdisciplinares que o autor propõe.

“Seriam CTS e ACT sintomas de um erro estrutural no ensino de Física? Se a Física é um agente transformador de tantas faces da humanidade, por que o ensino de Física deve ficar restrito às leis e à resolução de exercícios?” (BELANÇON, 2017).

Sendo assim, o autor conclui que há a necessidade de se reformular como a Física é ensinada dentro da universidade, para que profissionais mais bem preparados sejam colocados no mercado de trabalho, com práticas inovadoras e que motivem o aluno da educação básica a estudar e participar da construção de seu próprio conhecimento, aplicando em sua vida.

“Num curso de licenciatura fica particularmente bizarro: alguns professores ensinam a Física pura enquanto os outros serão responsáveis por ensinar como a Física se relaciona com o mundo. Se nós não somos capazes de ensinar a Física de outro jeito, por que queremos que nossos futuros professores cumpram esse desafio de mudar o ensino de Física?” (BELANÇON, 2017).

Entendemos que a sala de aula sofre mudanças a cada dia. São muitas décadas ensinando da mesma forma. O nosso perfil de aluno mudou. Estamos em uma era de muita informação. Se nós não nos adaptarmos à sala de aula e ao perfil dos alunos que estamos recebendo, como seremos capazes de aplicar um currículo CTS para nossos estudantes?

5.3 Atividades investigativas (AI)

Uma atividade investigativa é caracterizada, segundo Sasseron (2015), como uma metodologia que o professor utiliza para que haja engajamento por parte dos discentes a partir da discussão de um determinado tema. Ao mesmo tempo em que são submetidos a um determinado problema relacionado ao assunto estudado dentro da sala de aula, exercitam práticas e raciocínios utilizados na prática científica, como levantamento de hipóteses, testes, previsões, entre outros.

Sendo assim, a investigação dentro de sala de aula está atrelada à resolução de uma questão problematizadora a partir de estratégias como: levantamento de hipóteses, organização de informações novas ou conhecidas, reconhecimento de variáveis relevantes e a busca de relações entre elas a fim de se explicar o fenômeno ocorrido (SASSERON E MACHADO, 2017).

Para uma atividade investigativa, é necessário problematizar. Segundo Sasseron e Machado (2017), problematizar consiste em abordar questões importantes em relação à vida e ao meio do estudante. Dessa maneira, ele se sentirá motivado a investigar para entender melhor a situação, desencadeando uma análise crítica e reflexiva em relação ao tema abordado, se conscientizando a respeito. A problematização faz parte de uma AI e do processo de ensino e aprendizagem do estudante e o professor é o responsável por organizar todo o desenvolvimento da tarefa. A pergunta inicial feita ao estudante é de extrema relevância para colocá-lo em um ambiente onde ele seja estimulado a resolver a atividade. Se não há interesse por parte do aluno, não há investigação.

Sendo assim, em AI o estudante lida com problemas, que chamam sua atenção de alguma forma, e investiga, ou seja, busca formas de resolvê-los a partir das ferramentas que possui.

Importante salientar que, segundo Sasseron e Machado (2017), problema e exercício, que são normalmente palavras utilizadas como sinônimos por nós, professores, possuem significado distinto. Em um exercício, nós utilizamos métodos preestabelecidos

para se chegar em um resultado esperado. Em outras palavras, é o próprio ato de exercitar, ferramenta importante para aplicar e refletir sobre um novo conceito já aprendido, por exemplo. Já um problema é uma situação em que se precisa chegar em uma solução, entretanto não há métodos preestabelecidos para tal. É necessário investigar, definir estratégias de resolução, verificar quais os melhores métodos e procedimentos para resolvê-lo.

Dessa forma, uma AI começa com uma situação que chama a atenção do estudante, normalmente fazendo parte do seu cotidiano, atrelado à uma questão aberta, ou seja, sem métodos preestabelecidos para se resolver. Ele, ao se sentir motivado a solucioná-lo, passa a investigar o problema e cria, a partir de sua reflexão, métodos para se resolver, podendo ter êxito ou não. Caso sua linha de pensamento não funcione, ele deve analisar novamente o problema e pensar em novas possibilidades. É importante ressaltar que a argumentação é de extrema relevância para este tipo de atividade, logo, discussões em grupo tendem a potencializar o processo de ensino e aprendizagem do aluno pois ele vai se deparar com possíveis soluções diferentes das suas e terá que, junto ao grupo, entrar em um consenso.

Sendo assim, segundo Sasseron e Machado (2017), o ensino por investigação não é apenas um tipo específico de atividade, mas sim uma metodologia de ensino, que é adotada por cientistas para se resolver um problema, e que pode ser adotada por nós, professores, a fim de se promover uma alfabetização científica no estudante.

5.4 Alfabetização científica (AC)

Enquanto professores, acreditamos que o ensino de Ciências tem como objetivo a formação de um indivíduo capaz de resolver problemas do seu cotidiano a partir do que aprendeu dentro de sala de aula. Ele deve ser capaz de observar um fenômeno com um olhar crítico, refletir e tomar decisões a fim de solucionar seu problema.

Dessa forma, precisamos pensar sobre a inserção da Ciência nos currículos escolares. De acordo com Sasseron e Machado (2017), o que se vê hoje, em grande parte das escolas, é um ensino de Ciências onde se ensina aos alunos não mais do que uma lista de informações sobre os resultados dos estudos dos cientistas.

Sendo assim, surge a necessidade de se pensar sobre o que os nossos alunos aprendem nas nossas aulas. Será que as nossas aulas são realmente boas? Saber o conteúdo significa saber ensinar o conteúdo? Os nossos alunos estão realmente

aprendendo tudo aquilo que nós planejamos ou estão somente gravando fórmulas para acertar uma questão? E depois da prova, o que acontece? Que tipos de profissionais nós estamos formando?

“O alfabetizado cientificamente deverá ter condições de modificar este mundo e a si mesmo por meio da prática consciente propiciada pela sua interação com saberes e procedimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico” (SASSERON E MACHADO, 2017).

Dessa maneira, um currículo de Ciências voltado para a Alfabetização Científica, ou Letramento Científico, exige uma postura inovadora por parte dos professores, tanto para a seleção de conteúdos a serem abordados naquele encontro quanto para a metodologia e estratégias de ensino que serão aplicadas.

“Em linhas gerais, podemos afirmar que Alfabetização Científica tem se configurado no objetivo principal do ensino de ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção de conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural.” (SASSERON, 2015).

Uma das perguntas mais importantes para nós, como professores, é como nós abordaremos um conteúdo. Já vimos, por exemplo, apostilas que iniciam a matéria com uma contextualização ou motivação inicial que fica somente na primeira página, não soma com o conteúdo. Será que esta informação colocada no início do capítulo vai contribuir no processo de aprendizagem do aluno?

Ao começar uma aula com uma atividade investigativa e problematizadora, estamos abrindo uma porta para que nosso estudante, motivado, possa desenvolver habilidades e competências essenciais para a sua vida como ser humano, como parte de um meio social em que vive. Ele argumenta, levanta hipóteses, testa, explica, reflete. Ele se torna o próprio autor de sua aprendizagem.

Para verificar o processo de AC durante uma atividade, se utiliza indicadores para tal, chamados de Indicadores de Alfabetização Científica (SASSERON e CARVALHO, 2008). Eles são indicadores da análise da atividade de investigação com os alunos em sala de aula e serão expostos no Capítulo 7 deste trabalho.

Capítulo 6

Descrição e aplicação da atividade

Neste capítulo, vamos descrever a atividade proposta e relatar sua aplicação.

Ela foi elaborada e pensada a partir dos eixos estruturantes propostos para a organização dos conhecimentos das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018), descritos a seguir:

- I. Conhecimentos conceituais;
- II. Contextualização histórica, social e cultural da ciência e da tecnologia;
- III. Processos e práticas de investigação; e
- IV. Linguagens específicas.

As relações formativas representada por esses eixos, de acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), estrutura um currículo que aproxima do estudante o conhecimento científico do mundo. Durante a Seção 6.1, identificaremos os eixos em cada parte da atividade.

6.1 Descrição da atividade

Nossa sequência didática aborda questões investigativas acerca das transformações de energia, com ênfase na energia eólica. A atividade foi dividida em três blocos e uma linha do tempo.

No *Bloco 1 – Eletricidade e vida cotidiana*, tivemos como objetivo levar aos alunos a reflexão sobre a distribuição desigual de energia elétrica no mundo.

Na primeira questão, pedimos para que o grupo pense em lugares do mundo que não possuem acesso à energia elétrica, dentro e fora do nosso país (eixo estruturante III). Nosso objetivo aqui é fazer com que eles reflitam como nossa vida é dependente de eletricidade e quais são os impactos causados pela falta dela.

Na pergunta seguinte, levamos uma notícia (ECYCLE, 2016) sobre postes solares e ecológicos de uma organização internacional que opera em mais de 20 países e que leva luz para lugares que não possuem acesso adequado à energia elétrica. Os postes ecológicos são feitos com garrafas plásticas, painéis solares, baterias e lâmpadas LED.



Figura 5. Postes solares e ecológicos. Fonte: eCycle (2016)

A partir da notícia dada, pedimos para que o grupo pense em formas criativas, isto é, formas diferentes das usuais, de se aproveitar e usar a energia no cotidiano (eixos estruturantes I e III). Esperamos aqui ideias associando materiais transparentes, espelhos ou lentes.

Na questão seguinte, mostramos uma foto do nosso planeta à noite, onde se vê quais áreas do globo são mais iluminadas.



Figura 6. Planeta à noite. Fonte: NASA (2022)

Levamos os alunos a refletirem e discutirem sobre a distribuição desigual de energia elétrica no planeta, complementando a questão 1.

No *Bloco 2 – Energia*, focamos nos diferentes tipos de energia e nas transformações de energia.

Na questão 4, perguntamos aos estudantes como eles acham que a eletricidade chega à casa deles. Ressaltamos aqui que o objetivo não é que eles discutam sobre eletrodinâmica ou eletromagnetismo, mas sim sobre os processos de transformação de

energia que ocorrem desde as usinas até que a luz chegue em suas casas (eixo estruturante I), bem como nos processos de distribuição de energia que competem às empresas reguladoras.

Na pergunta seguinte, pedimos para que eles dissertem sobre as formas de energia e sobre as transformações de energia que eles conhecem (eixos estruturantes I e III). Tal pergunta foi formulada com o objetivo de prepará-los para as próximas questões.

A questão 6 utiliza um QR Code que leva a um vídeo sobre o trailer do filme “O menino que descobriu o vento” (CDCC-USP, 2020) e perguntamos sobre qual tema o filme aborda (eixo estruturante II).

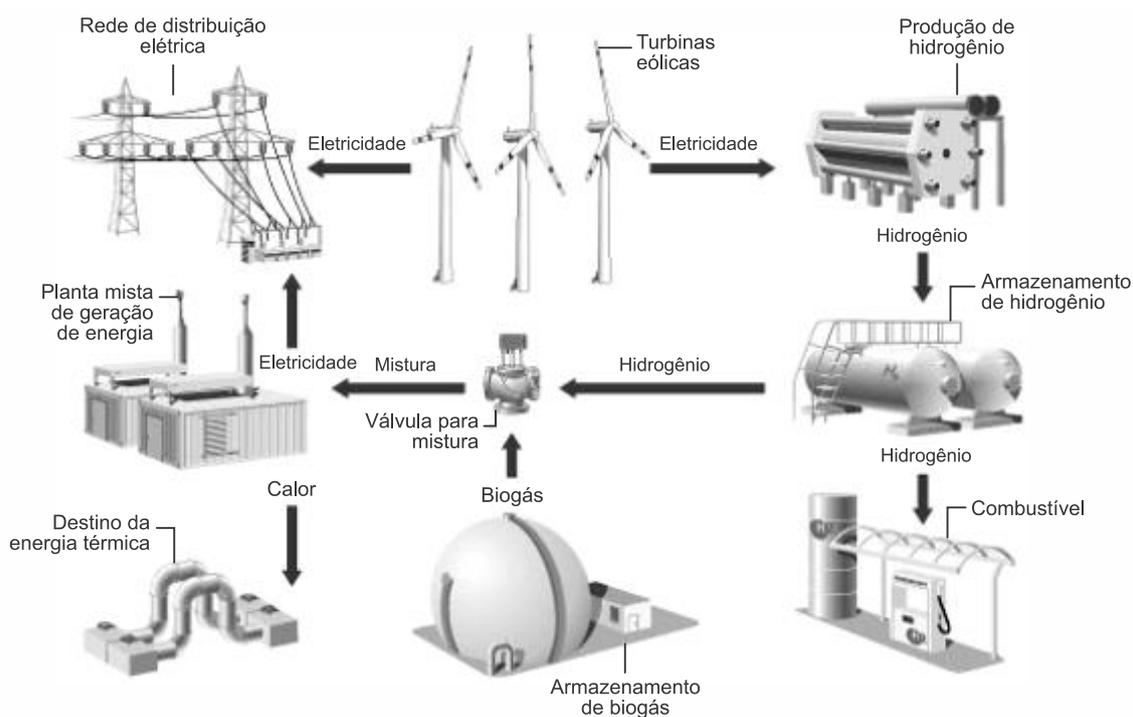


Figura 7. QR Code que leva ao trailer do filme “O menino que descobriu o vento”.

Queremos aqui que eles reflitam novamente sobre a problemática da distribuição de energia, agora vendo através de um filme as consequências que tal problema traz.

A questão 7 é uma pergunta que caiu na prova do ENEM de 2017, que fala sobre o funcionamento de uma estação híbrida de eletricidade movida à energia eólica e biogás (eixo estruturante IV), que pode ser vista a seguir.

A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio, usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



Disponível em: www.enertrag.com. Acesso em: 24 abr. 2015 (adaptado).

Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a)

- a) planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.*
- b) hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.*
- c) conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.*
- d) combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.*
- e) planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade.*

Queremos, aqui, que eles apliquem a discussão sobre energia e transformação de energia em uma situação diferente do cotidiano deles.

No *Bloco 3 – O vento*, focamos na energia eólica e em suas transformações.

Na questão 8, mostramos um comparativo entre o Kitesurf, esporte aquático que utiliza uma grande “pipa” e uma prancha, e os Jangadeiros do Nordeste, população tradicional marítima que vive no litoral nordestino e sobrevive da pesca.



Figura 8. Kitesurf. Fonte: InfoEscola (2008)

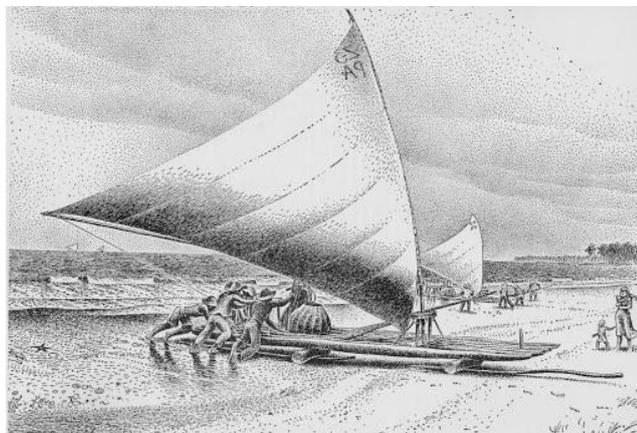


Figura 9. Jangadeiros. Fonte: Na Sombra do Juazeiro (2020)

A partir das imagens mostradas, pedimos para que eles identifiquem as formas de energia presentes em cada situação (eixos estruturantes 1 e 3). O objetivo da pergunta é que eles observem que a energia eólica está presente e tem um papel fundamental em ambas as situações.

Na questão seguinte é mostrado um conjunto de aerogeradores no mar (offshore).

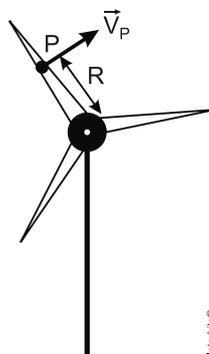


Figura 10. Aerogeradores. Fonte: Época (2019)

É pedido para que o grupo cite vantagens e desvantagens desse tipo de fonte de transformação de energia (eixos estruturantes I, III e IV).

A pergunta seguinte, do vestibular da UNICAMP de 2013, aborda sobre o cálculo da energia cinética de um aerogerador a partir do fornecimento de alguns dados (eixos estruturantes I e IV).

Um aerogerador, que converte energia eólica em elétrica, tem uma hélice como a representada na figura abaixo. A massa do sistema que gira é $M = 50$ toneladas, e a distância do eixo ao ponto P , chamada de raio de giração, é $R = 10$ m. A energia cinética do gerador com a hélice em movimento é dada por $E = \frac{1}{2}MV_P^2$, sendo V_P o módulo da velocidade do ponto P . Se o período de rotação da hélice é igual a 2 s, qual é a energia cinética do gerador? Considere $\pi = 3$.

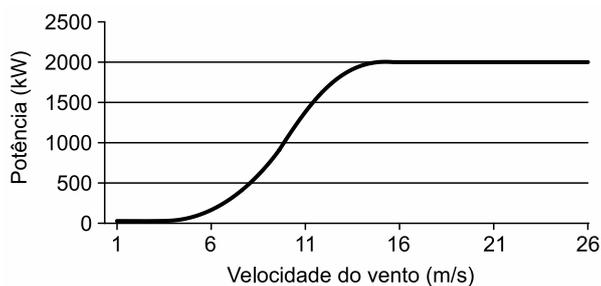
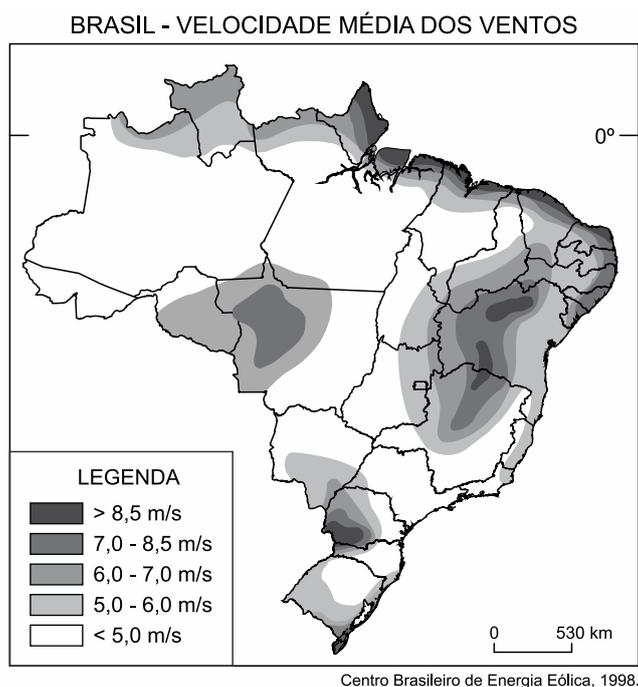


- a) $6,250 \cdot 10^5$ J
- b) $2,250 \cdot 10^7$ J
- c) $5,625 \cdot 10^7$ J
- d) $9,000 \cdot 10^7$ J

Observa-se que, para esta questão, é necessário que o aluno saiba fazer o cálculo da velocidade média de um corpo, além da noção do comprimento de uma circunferência. Para o cálculo da energia cinética, a questão fornece a fórmula necessária.

Na questão seguinte, do vestibular da FUVEST de 2016, é dado um mapa da velocidade média dos ventos no Brasil, e, a partir de um gráfico e de alguns dados, é perguntado em qual região do país se gera uma determinada quantidade de energia (eixos estruturantes I e IV), como mostrado abaixo.

A escolha do local para instalação de parques eólicos depende, dentre outros fatores, da velocidade média dos ventos que sopram na região. Examine este mapa das diferentes velocidades médias de ventos no Brasil e, em seguida, o gráfico da potência fornecida por um aerogerador em função da velocidade do vento.



De acordo com as informações fornecidas, esse aerogerador poderia produzir, em um ano, 8,8 GWh de energia, se fosse instalado no

Note e adote:

1 GW = 10^9 W

1 ano = 8800 horas

- a) noroeste do Pará.*
- b) nordeste do Amapá.*
- c) sudoeste do Rio Grande do Norte.*
- d) sudeste do Tocantins.*
- e) leste da Bahia.*

Observa-se que, para esta questão, é necessário que o aluno saiba calcular a potência associada à energia e ao tempo, além de precisar ter conhecimento da localização dos estados do Brasil.

O objetivo das duas perguntas anteriores é que o grupo consiga interpretar dados fornecidos pela questão e, a partir do conhecimento teórico acumulado, resolvam as questões.

A questão 12 aborda sobre a linha do tempo da utilização da energia eólica pelo mundo, que será descrita na Seção 6.2. A partir das cartas fornecidas, os alunos devem colocá-las em ordem cronológica (eixos estruturantes I, II, III e IV).

Por fim, a última questão da atividade proposta leva aos discentes a uma reflexão sobre o que eles esperam ver nos próximos anos e relação às fontes de energia do nosso planeta (eixo estruturante II).

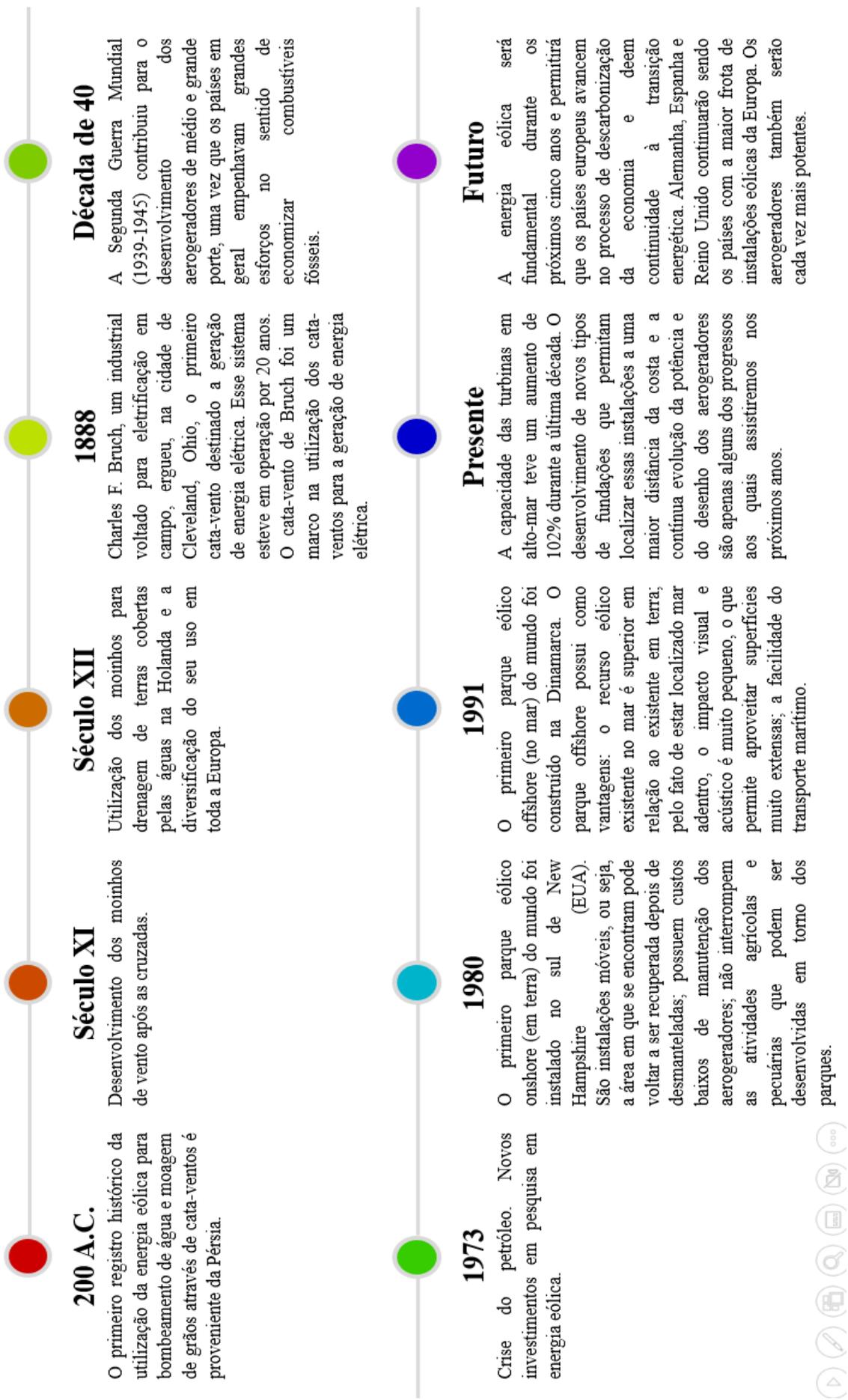
6.2 Linha do tempo

Construímos a linha do tempo da utilização da energia eólica no mundo a partir de dados históricos coletados na literatura, de maneira que fosse possível observar a evolução do uso da energia eólica pela sociedade, desde 200 a.C. até o presente, estendendo expectativas para o futuro.

Ao concluir a primeira versão da linha do tempo, que se encontra no Anexo 2, notamos que ela estava muito extensa para a nossa atividade. Como o objetivo era que os alunos colocassem em ordem cronológica e que discutissem a respeito da evolução da energia eólica, concluimos que deveria haver uma redução da linha do tempo para que fosse possível aplicá-la dentro do nosso roteiro didático. Dessa maneira, fizemos alterações para que conseguíssemos chegar no nosso objetivo.

Transformamos cada período da história em cartas, sem as datas, e fornecemos para todos os grupos. Eles tinham, por sua vez, que colocá-las em ordem cronológica do uso da energia eólica pela sociedade. As fotos mostradas após a linha do tempo serviram como base para a discussão, contendo gráficos e fotos de diversos moinhos de vento e aerogeradores onshore (na terra) e offshore (no mar).

Segue abaixo a versão aplicada da linha do tempo do uso da energia eólica.



200 A.C.

O primeiro registo histórico da utilização da energia eólica para bombeamento de água e moagem de grãos através de cata-ventos é proveniente da Pérsia.

Século XI

Desenvolvimento dos moinhos de vento após as cruzadas.

Século XII

Utilização dos moinhos para drenagem de terras cobertas pelas águas na Holanda e a diversificação do seu uso em toda a Europa.

1888

Charles F. Brush, um industrial voltado para eletrificação em campo, ergueu, na cidade de Cleveland, Ohio, o primeiro cata-vento destinado a geração de energia elétrica. Esse sistema esteve em operação por 20 anos. O cata-vento de Brush foi um marco na utilização dos cata-ventos para a geração de energia elétrica.

Década de 40

A Segunda Guerra Mundial (1939-1945) contribuiu para o desenvolvimento dos aerogeradores de médio e grande porte, uma vez que os países em geral empenhavam grandes esforços no sentido de economizar combustíveis fósseis.

1973

Crise do petróleo. Novos investimentos em pesquisa em energia eólica.

1980

O primeiro parque eólico onshore (em terra) do mundo foi instalado no sul de New Hampshire (EUA). São instalações móveis, ou seja, a área em que se encontram pode voltar a ser recuperada depois de desmanteladas; possuem custos baixos de manutenção dos aerogeradores; não interrompem as atividades agrícolas e pecuárias que podem ser desenvolvidas em torno dos parques.

1991

O primeiro parque eólico offshore (no mar) do mundo foi construído na Dinamarca. O parque offshore possui como vantagens: o recurso eólico existente no mar é superior em relação ao existente em terra; pelo fato de estar localizado mar adentro, o impacto visual e acústico é muito pequeno, o que permite aproveitar superfícies muito extensas; a facilidade do transporte marítimo.

Presente

A capacidade das turbinas em alto-mar teve um aumento de 102% durante a última década. O desenvolvimento de novos tipos de fundações que permitem localizar essas instalações a uma maior distância da costa e a contínua evolução da potência e do desenho dos aerogeradores são apenas alguns dos progressos aos quais assistiremos nos próximos anos.

Futuro

A energia eólica será fundamental durante os próximos cinco anos e permitirá que os países europeus avancem no processo de descarbonização da economia e deem continuidade à transição energética. Alemanha, Espanha e Reino Unido continuarão sendo os países com a maior frota de instalações eólicas da Europa. Os aerogeradores também serão cada vez mais potentes.





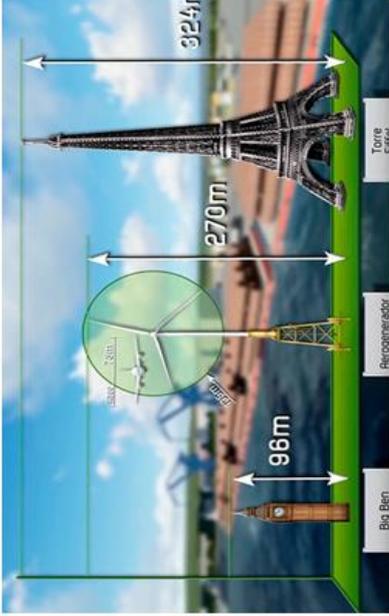
Doesburgermolen, um dos moinhos mais antigos existentes na Holanda, construído por volta de 1630. Foto tirada em 2007.



Moinhos de Kinderdijk (Holanda). Eles foram criados em torno de 1750 com o intuito de expandir o território do país ao drenar as águas do Mar do Norte e de seus rios adjacentes. Se tornou Patrimônio da Humanidade da UNESCO em 1997.

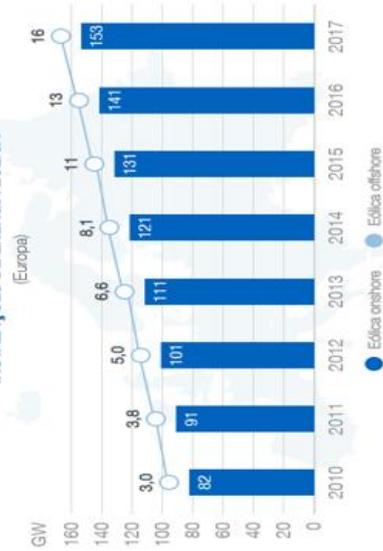


Whitelee é o maior parque eólico onshore do Reino Unido. Entrou em funcionamento em 2008.



Dimensões de um aerogerador offshore do parque eólico de Wikinger, na Alemanha, inaugurado em 2018.

INSTALAÇÕES DE ENERGIA EÓLICA



Capacidade total dos parques eólicos na Europa entre 2010 e 2017, com a potência onshore em azul escuro e a potência offshore em azul claro.



Complexo da Paraíba, que entrará em operação entre 2022 e 2023. Essa grande instalação renovável será composta por um total de 18 parques eólicos.



Vineyard Wind 1, o primeiro projeto de energia eólica offshore nos Estados Unidos, está previsto para operar em 2023.

6.3 Aplicação da atividade

A atividade proposta foi aplicada de forma virtual e síncrona, pelo software Google Meet. Devido ao contexto da pandemia da COVID-19, não foi possível aplicar a atividade para alunos do ensino médio. Dessa forma, aplicamos a atividade para alunos de licenciatura em Física do Instituto de Física da UFRJ que participaram do PIBID/UFRJ–Física. Cabe ressaltar que tais alunos estavam no início da faculdade, logo, não estavam distantes do ensino médio e, ao mesmo tempo, já acumulavam conhecimentos acerca do ensino de Física e, com isso, puderam somar críticas e sugestões à atividade.

Ao entrarem na sala de aula virtual, os alunos foram divididos em dois grupos, de forma que cada grupo ficou em uma sala diferente, sem contato com o outro grupo. Dessa forma, não houve interferência entre os grupos durante a atividade.

Toda a discussão foi gravada, transcrita e analisada, com a devida autorização dos alunos ou de seus responsáveis, caso menores de 18 anos.

No próximo capítulo, analisaremos e discutiremos os resultados de um dos grupos.

Capítulo 7

Análise de dados

7.1 Os indicadores de alfabetização científica

Nossa atividade proposta foi aplicada a fim de desenvolver a Alfabetização Científica dos nossos estudantes:

“Neste livro, adotamos “Alfabetização Científica” quando nos referimos ao ensino de Ciências cujo objetivo é a formação do indivíduo que o permita resolver problemas de seu dia a dia, levando em conta os saberes próprios das Ciências e as metodologias de construção de conhecimento próprias do campo científico. Como decorrência disso, o aluno deve ser capaz de tomar decisões fundamentadas em situações que ocorrem ao seu redor e que influenciam, diretamente ou indiretamente, sua vida e seu futuro.” (SASSERON E MACHADO, 2017)

Ademais, os dados colhidos foram analisados com base nos Indicadores de Alfabetização Científica, de Sasseron e Carvalho (2008):

“Em nossa visão, para o início do processo de Alfabetização Científica é importante que os alunos travem contato e conhecimento de habilidades legitimamente associadas ao trabalho do cientista. As habilidades a que nos referimos também devem cooperar em nossas observações e análise de episódios em sala de aula para elucidar o modo como um aluno reage e age quando se depara com algum problema durante as discussões. Acreditamos existir alguns indicadores de que estas habilidades estão sendo trabalhadas e desenvolvidas entre os alunos, ou seja, alguns indicadores da Alfabetização Científica, que devem ser encontrados durante as aulas de Ciências e que podem nos fornecer evidências se o processo de Alfabetização Científica está se desenvolvendo entre estes alunos.” (SASSERON E CARVALHO, 2018)

O Quadro 1, mostrado abaixo, reúne os indicadores em três grupos.

Quadro 1 – Indicadores de alfabetização científica.

Primeiro grupo – Trabalho com os dados obtidos em uma investigação	
Indicadores	Significado
Seriação de informações	Estabelecimento de base para uma ação
Organização de informações	Discussão sobre o modo como um trabalho foi realizado
Classificação de informações	Conferir hierarquia às informações obtidas
Segundo grupo – Dimensões relacionadas à estruturação do pensamento	
Indicadores	Significado
Raciocínio lógico	Modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas
Raciocínio proporcional	Relação e interdependência entre variáveis
Terceiro grupo – Procura do entendimento da situação analisada	
Indicadores	Significado
Levantamento de hipóteses	Suposições acerca de certo tema
Teste de hipóteses	Coloca-se à prova as situações levantadas
Justificativa	Afirmação segura para o que é proposto
Previsão	Afirmação de uma ação e/ou fenômeno associados a certos acontecimentos
Explicação	Relação entre informações e hipóteses levantadas

Fonte: Sasseron e Carvalho, 2008

A seguir, analisaremos algumas respostas do Grupo 2 com base nos indicadores mostrados acima. Cabe aqui ressaltar que a escolha do grupo a ser analisado foi feita com base nas quantidades de dados cabíveis para discussão e análise. Há dados relevantes em todos os grupos, entretanto, no Grupo 2, houve maior argumentação dos alunos, o que permitiu uma análise mais rica e detalhada.

Os nomes dos integrantes do grupo foram trocados a fim de preservar suas identidades.

Mostraremos algumas tabelas organizadas da seguinte forma: na primeira coluna, teremos a rodada da discussão, onde cada fala do aluno representa uma rodada; na

segunda coluna teremos o nome do aluno; na terceira, a fala, transcrita; e, na quarta coluna, teremos o indicador identificado naquela parte da discussão.

Também é importante ressaltar que pode haver alguns momentos sem identificação dos indicadores pelo fato da atividade ter sido feita de maneira remota. Foi notado pelo professor responsável pela aplicação da atividade que isso gerou certo bloqueio na argumentação dos alunos, principalmente no início da atividade.

7.2 O Grupo 2

Na primeira questão, exposta abaixo, temos:

É impossível viver sem energia elétrica... Certo? Ainda hoje existem locais ao redor do mundo que não possuem acesso à energia elétrica. O grupo consegue imaginar quais locais são esses? E aqui no Brasil?

Quadro 2 – Rodadas 5-9

Rodada	Aluno	Fala transcrita	Indicador
5	João	Maria, na primeira questão, você conseguiu pensar em alguma coisa? Algum lugar que não tenha energia elétrica.	Seriação de informações
6	Maria	Eu tô pensando aqui... Porque hoje é difícil pensar em algum lugar que não tenha energia. Talvez em lugares florestais.	Levantamento de hipóteses, raciocínio lógico
7	João	É, eu também pensei nisso. Alguns lugares assim que ficam bem afastados... Mais pra, tipo, perto da... Amazônia assim, sabe...	Raciocínio proporcional
8	João	É difícil porque eu acho que até essas cidades assim atualmente tem energia elétrica. Eu digo porque eu conheço uma pessoa que mora perto... Mas acho que até lá tem energia elétrica. Então...	Justificativa, raciocínio proporcional

9	Maria	Mas aí a energia vem... Eles... Como é que faz pra chegar energia nesses lugares? Eu não sei, honestamente...	Organização de informações
---	-------	---	----------------------------

Fonte: De autoria própria.

Observa-se que os estudantes ficaram com dúvidas a respeito de lugares que não possuem energia elétrica no nosso país e isso gerou outro questionamento, na rodada 9, que será discutido na questão 4 do roteiro didático.

Na questão número 3, temos:

Mesmo com a iniciativa de muitas organizações, ainda sim existem muitas pessoas que não possuem acesso à energia elétrica. Veja como é o nosso planeta à noite:



Figura 11. Planeta à noite. Fonte: NASA (2022)

A figura acima foi criada a partir da compilação de imagens captadas pelo satélite Suomi, enviado para o espaço em 2011. Foram necessárias 312 órbitas para ter uma foto clara de cada pedaço da superfície da Terra, continentes e ilhas.

Olhando para a figura, discuta com o grupo: a energia elétrica é distribuída de forma igual para todas as regiões? A foto condiz com o que você escreveu na questão 1? Caso você queira complementar ou modificar a sua resposta da questão 1, não apague ela, use o espaço abaixo:

Quadro 3 – Rodadas 13-24

Rodada	Aluno	Fala transcrita	Indicador
13	Maria	Se você ver, tem muitos lugares que não chega energia! Eu não tinha nem noção disso.	Seriação de informações, classificação de informações
14	João	É verdade. É verdade. Inclusive aqui, né, no Brasil mesmo...	
15	João	Aqui, se a gente for parar pra ver no mapa, é bizarro a situação aqui da África, né...	Seriação de informações, classificação de informações
16	Maria	E até mesmo o Brasil, né...	Raciocínio proporcional
17	João	É, e o Brasil. Acho que são os dois.	
23	João	Aqui a questão 3 pergunta “a energia elétrica é distribuída de forma igual para todos os lugares e regiões?”	
24	João	É claro que não, né? Tem alguns lugares que são super iluminados, de acordo com essa imagem aqui de satélite, tipo... É... Estados Unidos, por exemplo... Alguns países aqui também da Europa... Enquanto outros, né, que não tem quase iluminação, como é o caso de algumas partes do Brasil e também do continente africano. Tá me ouvindo, Maria?	Organização de informações, explicação

Fonte: De autoria própria.

Os alunos ficaram surpresos com a quantidade de países que não estão iluminados no mapa e conseguiram concluir a questão. Outrossim, se retrataram a respeito da questão 1.

Na rodada 24, houve um problema de conexão. Por esse motivo o aluno João perguntou se Maria estava escutando.

Na questão número 4, temos:

Você aperta um interruptor e a lâmpada acende, certo? Como a eletricidade chega até a sua casa?

Quadro 4 – Rodadas 32-43

Rodada	Aluno	Fala transcrita	Indicador
32	João	Nossa, pergunta 4, esses dias eu tava pensando nessa pergunta! “Você aperta o interruptor e a lâmpada acende, certo? Como a eletricidade chega até a sua casa?”	Seriação de informações
33	João	Tipo assim, eu tenho em mente que... Assim... São muitos fios, né... Enfim, a casa tem um sistema elétrico que-	Levantamento de hipóteses
34	Maria	Eu ia falar isso! Tem um poste aqui na frente de casa que a energia chega aqui dentro (rindo). Ai meu Deus!	Raciocínio proporcional, levantamento de hipóteses
36	Maria	Eu tô rindo mas é sério... A gente acha que é fácil. Quando a gente para pra pensar, fica assim “como chega energia na minha casa? Ué, tem um fio que liga ali na caixa de energia e a energia chega aqui em casa. É assim (rindo).	
43	Maria	Eu não sei o que ele quer que eu responda. Ele quer que eu explique o processo de geração de energia até chegar aqui em casa?	Organização de informações

Fonte: De autoria própria.

Nota-se que houve certa confusão para se responder à questão. Os alunos ficaram em dúvida a respeito de a partir de qual momento se deveria começar a explicar a questão. Após chamar o professor responsável pela aplicação, eles concluíram a questão:

Quadro 5 – Rodadas 58-59

58	Maria	Eu vou continuar com a mesma ideia que a gente falou: a energia vai chegar da forma que ela é gerada lá, pode ser a usina hidrelétrica, termelétrica, seja lá como for, vai chegar no poste e depois, através de ligações de cabos, vai chegar na minha casa pela caixa de energia.	Justificativa
59	João	Uhum.	

Fonte: De autoria própria.

Na questão número 6, temos:

Use o QR Code abaixo para ver o trailer do filme “O menino que descobriu o vento”, lançado em 2019 e disponível na Netflix. Sobre qual tema o filme aborda? Caso queira complementar ou modificar alguma de suas respostas até agora, use o espaço abaixo:

Quadro 6 – Rodadas 83-99

Rodada	Aluno	Fala transcrita	Indicador
83	João	Ah, esse filme “o menino que descobriu o vento” é muito bom.	
84	Maria	Eu nunca vi.	
85	João	Ele é muito bom!	
86	Maria	Eu vou ver o trailer aqui.	
90	Maria	Muito legal, menino! Como eu não vi esse filme ainda?	
91	João	É, ele é ótimo! Tem na Netflix.	

94	Maria	Pedi pra ver, né... Aí fala “sobre qual tema o filme aborda”... Então, ele vai falar ali de geração de energia, né?	Seriação de informações, levantamento de hipóteses
95	João	Uhum. Acho que é isso, né?	Raciocínio proporcional
96	Maria	É. E é muito legal, né, ele ter colocado... Eu achei legal ele ter colocado essa pergunta porque vai dialogando com as outras que ele fez e meio que faz uma junção, né... Por ali ele fala muito da questão econômica, né, do devido local, que faz você ter escassez de determinados recursos, né, e que isso condicionou o local a criar alternativas pra suprir essa necessidade, que foi o que o menino fez, no caso, né?	Organização de informações, classificação de informações, raciocínio lógico, previsão
97	João	Sim.	
98	Maria	Usou daquela situação pra conseguir gerar ali energia pro lugar.	Justificativa
99	João	Sim sim! Acho que é isso mesmo.	

Fonte: De autoria própria.

Observa-se que a aluna Maria conseguiu fazer um *link* com o *trailer* do filme e a atividade proposta. Consideramos o comentário muito importante e essencial para nossa atividade pois mostrou que, mesmo em uma atividade remota, os alunos estavam imersos na discussão.

Na questão número 12, temos:

Há registros da utilização da energia eólica pela nossa sociedade há muito tempo. Pegue as cartas e, com o seu grupo, monte a linha do tempo da utilização da energia eólica pelo mundo.

Quadro 7 – Rodadas 349-356

Rodada	Aluno	Fala transcrita	Indicador
349	João	Olha, essa daqui já tem uma grande pista, que é, ó, “desenvolvimento dos moinhos de vento após as cruzadas”...	Seriação de informações
350	Maria	Sim, mas aqui ainda tem outra: “o primeiro registro histórico da utilização da energia eólica... É proveniente da Pérsia”.	Seriação de informações, organização de informações, classificação de informações
351	João	É, então acho que esse aí vem primeiro.	Organização de informações, classificação de informações
352	Maria	Deixa eu ver se tem algum que vem primeiro...	Organização de informações
353	Maria	O primeiro é ou esse do moinho após as cruzadas ou o primeiro registro histórico na Pérsia, o que você acha?	Classificação de informações
354	João	Eu acho que... É porque falou “o primeiro registro histórico para utilização de energia eólica...”	Organização de informações, classificação de informações, raciocínio lógico
355	Maria	Eu acho que o primeiro é dos moinhos, né?	Levantamento de hipóteses
356	João	É. Aí depois vem esse “o primeiro registro histórico...”	Raciocínio proporcional

Fonte: De autoria própria.

Inicialmente notamos que os alunos estavam caminhando para a resposta correta até que, na rodada 355, Maria sugere a opção errada e João acata. Tal confusão pode ter

sido gerada por alguns motivos, como, por exemplo, o excesso de tempo na reunião síncrona (já havia se passado mais de 1 hora e meia de atividade), gerando cansaço visual e mental. Outro fator determinante também pode ter sido a quantidade de informações dadas para classificar a ordem cronológica dos eventos. Talvez, com mais informações relevantes, os alunos tivessem maior chance de êxito na questão.

Quadro 8 – Rodadas 357-364

Rodada	Aluno	Fala transcrita	Indicador
357	Maria	Então o primeiro é o desenvolvimento dos moinhos, depois “primeiro registro histórico...”, depois... Ah, tem esse aqui também! “Utilização de moinhos para drenagem de terras cobertas...”... Será que vem depois?	Seriação de informações, organização de informações, classificação de informações
358	João	Achei. Deixa eu ver aqui esse lance da Holanda... Aqui, ó, moinhos da Holanda, eles foram criados em 1750 (vendo as fotos). Um dos moinhos mais antigos da Holanda construído por volta de 1630... Eu acho que tá certo sim.	Seriação de informações, organização de informações
359	Maria	Eu acho que esse é depois desses dois que a gente colocou.	Classificação de informações
360	João	É. Então a gente já tem 3.	Organização de informações
361	João	Se o moinho da Holanda é 700, vamo, né....	Organização de informações, raciocínio lógico
362	Maria	Tem esse aqui “um industrial voltado para eletrificação...”... Porque depois os outros estão falando mais de tecnologia, depois evolução... Tem um parque eólico que é no mar, que provavelmente veio depois desse na terra, né. Será que é esse?	Seriação de informações, organização de informações, classificação de informações

363	João	Acho que sim, hein.	Raciocínio proporcional
364	Maria	Porque depois vem a crise do petróleo, essas coisas.	Previsão

Fonte: De autoria própria.

Com o tempo e com a leitura detalhada de cada período histórico, os alunos conseguiram concluir a linha do tempo. O Grupo 2, que está sendo analisado neste trabalho, não concluiu essa questão com 100% de êxito, mas a discussão gerada e as questões abordadas por eles durante a atividade foram muito ricas.

Na questão número 13, a última do roteiro, temos:

Refleta e escreva abaixo: e o futuro? O que você espera ver nos próximos anos em relação às nossas fontes de energia?

Quadro 9 – Rodadas 394-400

Rodada	Aluno	Fala transcrita	Indicador
394	João	A primeira coisa que vem na minha cabeça, sendo bem sincera, é que as pesquisas, sabe... O desenvolvimento de energia limpa tem sido grande, então podem surgir várias inovações. Mas a galera não quer investir nisso, só quer desmatar...	Raciocínio lógico
395	Maria	E os avanços têm muita relação política. Então se for do interesse dos empresários e do governo, acho que tem grande potencial porque é uma energia limpa	Raciocínio proporcional
396	Maria	Eu vejo um futuro promissor também em energia solar.... Acho que vai crescer bastante se for de interesse político.	Raciocínio lógico
397	João	Sim, tem produção acadêmica pra instalar essas energias, agora depende do governo.	Raciocínio proporcional
398	Maria	Exatamente.	

399	Maria	Porque assim, você vê ao longo do tempo as notícias... As usinas hidrelétricas têm grande produção, são muitas, mas tem dado muito problema nos últimos anos, sabe... Os níveis não estão ficando sempre cheios, então... Antes era uma solução, mas agora, com os estudos, talvez não seja tão eficiente... E a problemática ambiental, porque você tem que desmatar uma grande área...	Seriação de informações, organização de informações, raciocínio lógico, previsão
400	João	Sim.	

Fonte: De autoria própria.

Observa-se que os alunos enfatizaram os interesses políticos associados ao futuro da energia limpa no nosso país. O ano de 2022 foi um ano em que houve uma grande discussão política em todo o país devido às eleições, com ênfase na eleição para a presidência da República (PODER 360, 2022).

Ao final da atividade, houve um pequeno bate-papo com o grupo a respeito da atividade:

Quadro 10 – Rodadas 406-414

Rodada	Aluno	Fala transcrita	Indicador
406	Maria	Muito legal! A gente fica pensando em tantas coisas!	
407	João	E tem muitas perguntas abertas também, então a gente pensa muito em tudo, né?	
412	Maria	No início, eu achei a pergunta ser muito aberta um problema, mas conforme foi desenvolvendo, eu entendi, né, o sentido da pergunta ser aberta.	Organização de informações, raciocínio lógico
413	João	É porque a gente discutiu bastante, né?	Justificativa
414	Maria	É!	

Fonte: De autoria própria.

Ao perguntar se o grupo conseguiu montar a linha do tempo com facilidade, eles responderam:

Quadro 11 – Rodadas 421-428

Rodada	Aluno	Fala transcrita	Indicador
421	João	Não! (rindo)	
422	Maria	Mais ou menos... (rindo) Mas pra começar foi uma coisa mais difícil...	
423	João	E outra coisa que eu e a Maria estávamos conversando aqui... Cara, que importante a interdisciplinaridade, hein?	Organização de informações, raciocínio lógico
424	Maria	É!	Raciocínio proporcional
425	João	Porque tinha uma questão ali que envolvia Geografia que a gente soube responder a parte de Física, mas pra olhar no mapa e lembrar das regiões... Meu Deus do céu... (rindo)	Organização de informações
427	Maria	E me fez pensar como professora, né? Porque se eu não consegui fazer a atividade como aluna, que eu me coloquei como aluna agora, então assim, como é que eu vou fazer essa interdisciplinaridade como professora?	Raciocínio proporcional, previsão
428	João	É verdade.	

Fonte: De autoria própria.

Dessa maneira, para nós, a conclusão do roteiro proposto foi feita com êxito. Após transcrever e analisar todas as questões, observamos que as competências e habilidades propostas pela BNCC (BRASIL, 2018) selecionadas para este trabalho foram discutidas durante o roteiro didático. As discussões dos grupos durante a resolução das questões foram relevantes para a nossa pesquisa pois nos mostraram que os discentes se

envolveram de fato na atividade e se preocuparam em resolver todos os problemas propostos.

A alegria do grupo durante a atividade também foi considerada como resultado positivo para nós, pois nos mostrou que eles não estavam se sentindo pressionados a resolverem todas as questões, estavam fazendo de forma tranquila, trazendo seus pontos de vista e experiências durante a discussão, e, assim, enriquecendo a mesma.

Dessa forma, concluímos que o roteiro trouxe uma bagagem científica relevante para os discentes, que também se mostraram satisfeitos com toda a atividade.

Capítulo 8

Conclusão

Apresentamos, neste trabalho, uma atividade investigativa envolvendo energia e suas transformações, com ênfase na energia eólica. Devido ao contexto da pandemia de COVID-19, aplicamos o roteiro didático de maneira virtual e síncrona para alunos de licenciatura em Física do Instituto de Física da UFRJ que participaram do PIBID/UFRJ – Física e que estavam no início da faculdade. Gravamos toda a discussão dos grupos e analisamos as falas a partir de indicadores de alfabetização científica.

Para a elaboração do nosso material, buscamos na literatura trabalhos que seguem a nossa linha de pesquisa e encontramos alguns.

Nosso trabalho foi aplicado com foco em CTS (AIKENHEAD, 1994), a partir de atividades e questões investigativas com perguntas abertas (SASSERON e MACHADO, 2017), diferenciando-se, assim, do trabalho de Cruz et al. (2022), por exemplo. Todavia, também utilizamos a energia eólica para se falar sobre energias limpas e renováveis.

Assim como Couto, José e Campos (2021), também estamos interessados no processo de alfabetização científica, entretanto, para a nossa análise de dados, nós utilizamos os indicadores de alfabetização científica de Sasseron e Machado (2017).

Nosso trabalho vai ao encontro com o proposto por Soares, Guidotti e Fazio (2021) em relação à metodologia utilizada, pois também acreditamos que atividades de cunho investigativo e problematizador tira o aluno da passividade e torna-o um agente principal em seu processo de ensino-aprendizagem.

Durante a aplicação e a análise do nosso roteiro didático, notamos que a discussão dos grupos foi relevante para a bagagem científica dos estudantes. Além disso, por eles estarem no início da faculdade, também tivemos um retorno interessante no ponto de vista de futuros professores de Física. Dessa maneira, concluímos que a nossa atividade foi realizada com êxito e satisfaz as nossas expectativas.

A partir de todos os dados coletados e dos comentários dos estudantes, pretendemos revisar o material e reaplicar, agora em turmas de ensino médio, e esperamos que o resultado também seja positivo.

Para nós, professores em formação, foi um grande desafio pensar na atividade e aplicá-la. Trocar uma aula tradicional por uma atividade que pode nos trazer diversas perguntas por parte dos alunos é algo desafiador, mas prazeroso quando notamos o entusiasmo deles ao discutirem sobre temas importantes em suas vidas. Tal atividade nos

mostrou que o ensino de Física não precisa e nem pode se restringir a uma série de conteúdos expostos em uma lousa, precisamos olhar para o mundo e acompanhar suas transformações, pois nossos alunos estão nelas.

Enquanto professores de Física do ensino básico, seguimos no desafio diário de ensinar uma matéria que não costuma ser aceita pela maioria dos estudantes. Diante disso, precisamos nos renovar diariamente para que consigamos despertar o interesse do aluno em algo que é instintivamente fantástico para nós: conhecer e estudar a natureza.

Referências bibliográficas

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

Albert Betz. **WIKIPÉDIA**, 2020. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Albert_Betz. Acesso em: 20 de maio de 2023.

ANJOS, C. et al. Energia eólica e o ensino de Matemática e Ciências. In: IX Mostra Científica do CESUCA, 2015. **Anais...** Cachoeirinha, 2015.

BARBOSA, R. A eleição de 2022 é a mais polarizada desde a redemocratização. **Poder 360**, Brasília, 2 de ago. de 2022. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/eleicoes/eleicao-de-2022-e-a-mais-polarizada-desde-a-redemocratizacao/>. Acesso em: 12 de set. de 2023.

BELANÇON, M.P. O ensino de Física contextualizado ao século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.39, n.4, e4001, 2017.

BLANDES, F.S. **Uma proposta do tema energia eólica no Ensino Fundamental II através de Ensino por Investigação**. Santarém, 2018. 164 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Oeste do Pará. Instituto de Física, Santarém, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CAMPOS, F.R.G.; SEVERO, F.Z. Educação CTS: reflexões acerca das percepções de docentes do Ensino Médio. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.16, n.1, p. 3-30, maio. 2023.

CARVALHO, J.B. **Sequência didática para o ensino de indução eletromagnética a partir da energia eólica**. Sorocaba, 2021. 167 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal de São Carlos. Instituto de Física, Sorocaba, 2021.

CAVALCANTE, Y.F.O. et al. Análise de diferentes tipos de rotores Savonius (eólicos). In: 15º Congresso Nacional de Iniciação Científica, 2015. **Anais...** Ribeirão Preto, 2015.

COUTO, M.L.S.; JOSÉ, W.D.; CAMPOS, S.S. Ensino interdisciplinar do tema energia eólica: contribuições da FlexQuest® para a Alfabetização Científica e Tecnológica. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v.7, e177721, 2021.

CRUZ, J.C. et al. Energia renovável e impactos ambientais: construindo conhecimento sobre energia eólica com os estudantes do Ensino Médio em uma disciplina eletiva. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.9, p. 61510-61525, set., 2022.

Efeito estufa e mudanças climáticas. **WWF**, 2021. Disponível em: https://www.wwf.org.br/nossosconteudos/educacaoambiental/conceitos/efeitoestufa_e_mudancasclimaticas/. Acesso em: 20 de maio de 2023.

Energia e potência extraída do vento. **CRESESB**, 2008. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=221. Acesso em: 12 de jul. de 2023.

GANNOUM, E.; ESTEVES, H. Cabeça de vento 44 – Descarbonização e transformação energética. **Spotify**, 2022. Disponível em:

<https://open.spotify.com/episode/1rppImypP75OszEigbDy9j?si=zmSUBda7Ru-6gPb2GIkdZg>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

INFOVENTO #30. **ABEEólica**, 2023. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/03/424_ABEEOLICA_INFOVENTO_N30_MARCO_PT_V3.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2023.

JUNIOR, C.L.; SILVA, F.V.V.; LOUREIRO, E.C.M. Prática experimental: educação ambiental, energia eólica e o ensino de Física. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v.14, n.3: 31-40, 2019.

KITESURF. **InfoEscola**, 2008. Disponível em: <https://www.infoescola.com/esportes/kitesurf/>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

Matriz energética e elétrica. **EPE**, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

MONTEIRO, J.E.P. **A energia eólica: um contexto de aprendizagem de Física no Ensino Médio**. Mossoró, 2018. 69 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Instituto de Física, Mossoró, 2018.

NARDELI, M.V. et al. Atividades alternativas sobre energia e suas implicações no Ensino de Física. In: VII Encontro Mineiro Sobre Investigação na Escola, 2015. **Anais...** Uberaba, 2015.

NASA-NOAA Satellite reveals new views of Earth at night. **NASA**, 2012. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/NPP/news/earth-at-night.html. Acesso em: 12 de jul. de 2023.

NAZAR, S. Eventos climáticos extremos tendem a aumentar com o aquecimento global. **Jornal da USP**, São Paulo, 13 de abr. de 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/campus-ribeirao-preto/eventos-climaticos-extremos-tendem-a-aumentar-com-o-aquecimento-global/#:~:text=Eventos%20clim%C3%A1ticos%20extremos%20tendem%20a%20aumentar%20com%20o%20aquecimento%20global,-Painel%20Intergovernamental%20de&text=O%20mundo%20tem%20sido%20afetado,e xtrema%20em%20regi%C3%B5es%20da%20Europa>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

NUSSENZVEIG, H. Moysés.. **Curso de física básica 2: fluidos, oscilações e ondas, calor**. 5.ed., revisada e ampliada. SÃO PAULO: Edgard Blücher Ltda, 2016, 376. p.

O aumento alarmante da temperatura global. **UNEP**, 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/o-aumento-alarmante-da-temperatura-global>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

O menino que descobriu o vento. **Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) – USP**, 2020. Disponível em: <https://cdcc.usp.br/o-menino-que-descobriu-o-vento/>. Acesso em: 12 de set. de 2023.

PETROBRAS vai gerar energia eólica no mar. **Época**, 2019. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2018/07/petrobras-vai-gerar-energia-eolica-no-mar.html>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

Postes solares e ecológicos iluminam comunidades sem eletricidade. **eCycle**, 2016. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/6-atitude/4577->

postes-feitos-com-reaproveitamento-de-materiais-e-movidos-a-energia-solar-iluminam-comunidades-sem-acesso-a-eletricidade.html. Acesso em: 12 de set. de 2023.

Princípios e ações regulatórias da descarbonização energética que contribuem para um marco sustentável e eficiente para combater as mudanças climáticas. **IBERDROLA**, 2021. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/quem-somos/descarbonizacao-economia-principios-acoes-regulacao>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

Programa de CCUS da Petrobras no pré-sal é o maior do mundo em volume de gás carbônico (CO₂) reinjetado. **Petrobras**, 2022. Disponível em: <https://petrobras.com.br/fatos-e-dados/programa-de-ccus-da-petrobras-no-pre-sal-e-o-maior-do-mundo-em-volume-de-gas-carbonico-co2-reinjetado.htm>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

SANTOS, C. **Informação ambiental para o desenvolvimento sustentável nas escolas de Nova Soure/BA: uma proposta para o Ensino Fundamental II no contexto da energia eólica**. Sergipe, 2022. 92f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão da Informação e do Conhecimento) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade Federal de Sergipe. Sergipe, 2022.

SANTOS, D.A.; NASCIMENTO, M.V.S.; GUERRA, T.B.G. Análise sobre o desempenho de estratégias educacionais ao ensino de Física através dos aerogeradores eólicos: uma revisão bibliográfica. In: VII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 2022. **Anais...** Paraíba, 2022.

SANTOS, F.A.R. **A energia eólica como tema gerador para o aprendizado de conceitos de hidrodinâmica e eletromagnetismo**. Monografia (Curso de Licenciatura em Física), Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Pará, 2016.

SANTOS, F.A.R. et al. Uma abordagem metodológica do ensino sobre energia eólica no Ensino Médio. **Scientia Plena**, v.13, nº1, 012718, 2017.

SASSERON, L.H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n. especial, p. 49-67, nov., 2015.

SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, dez., 2008.

SASSERON, L.H.; MACHADO, V.F. **Alfabetização científica na prática**. 1ª Edição. São Paulo: LF Editorial, 2017.

SILVA, S.F.C et al. Transformação de energia e meio ambiente: interdisciplinaridade no Ensino de Física. In: V Congresso Nacional de Educação, 2018. **Anais...** Olinda, 2018.

SILVEIRA, E. O pouco conhecido impacto negativo da energia eólica no Nordeste. **BBC**, São Paulo, 6 de out. de 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-49858734>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

SOARES. N.M.; GUIDOTTI, C.S.; FAZIO, A.A. **Os bons ventos: abordando a energia eólica no ensino de Ciências**. Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências EaD), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2021.

Tipos Regionais do Nordeste: Jangadeiros. **Na Sombra do Juazeiro**, 2020. Disponível em: <https://nasombradojuazeiro.com.br/2020/01/27/tipos-regionais-do-nordeste-jangadeiros/>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

Anexo 1

Habilidades da BNCC

Quadro 12 – Habilidades da BNCC.

Habilidade	Significado
EM13CNT101	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
EM13CNT105	Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
EM13CNT106	Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
EM13CNT310	Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Fonte: Brasil (2018)

Anexo 2

Primeira versão da linha do tempo



200 A.C.

O primeiro registro histórico da utilização da energia eólica para bombeamento de água e moagem de grãos através de cata-ventos de eixo vertical é proveniente da Pérsia. Acredita-se que antes da invenção dos cata-ventos na Pérsia, a China (por volta de 2000 a.C.) e o Império Babilônico (por volta 1700 a.C) também utilizavam cata-ventos rústicos para irrigação.



Doesburgermolen, um dos moinhos mais antigos existentes na Holanda, construído por volta de 1630. Foto tirada em 2007.



Século XI

Desenvolvimento dos moinhos de vento após as cruzadas.

Século XII

Utilização dos moinhos de eixo horizontal para drenagem de terras cobertas pelas águas na Holanda (vazão média de 1.000 m³/min através do Parafuso de Arquimedes) e a diversificação do seu uso em toda a Europa.



1582

Primeiro moinho de vento utilizado para a produção de óleos vegetais.

1586

Primeiro moinho de vento para fabricação de papel.



Whitelee é o maior parque eólico onshore do Reino Unido. Entrou em funcionamento em 2008.



Moinhos de Kinderdijk (Holanda). Eles foram criados em torno de 1750 com o intuito de expandir o território do país ao drenar as águas do Mar do Norte e de seus rios adjacentes. Se tornou Patrimônio da Humanidade da UNESCO em 1997.

Século XVI (final)

Surgimento de moinhos de vento para acionar serrarias para processar madeiras provenientes do Mar Báltico.

Século XIX (meados)

Aproximadamente 9000 moinhos de vento existiam em pleno funcionamento na Holanda, cerca de 3000 na Bélgica, 10000 na Inglaterra e cerca de 650 na França.

Século XIX (final)

A utilização de cata-ventos de múltiplas pás destinados ao bombeamento d'água desenvolveu-se de forma efetiva, em diversos países, principalmente nas suas áreas rurais. O cata-vento de múltiplas pás se adaptou muito bem às condições rurais tendo em vista suas características de fácil operação e manutenção. Toda a estrutura era feita de metal e o sistema de bombeamento era feito por meio de bombas e pistões, favorecidos pelo alto torque fornecido pelo grande número de pás. Até hoje esse sistema é largamente usado em várias partes do mundo para bombeamento d'água.

Século XIX (final)

Com o surgimento da máquina a vapor, iniciou-se o declínio do uso da energia eólica na Holanda.

1888

Charles F. Bruch, um industrial voltado para eletrificação em campo, ergueu, na cidade de Cleveland, Ohio, o primeiro cata-vento destinado à geração de energia elétrica. Tratava-se de um cata-vento que fornecia 12 kW em corrente contínua para carregamento de baterias as quais eram destinadas, sobretudo, para o fornecimento de energia para 350 lâmpadas incandescentes. Bruch utilizou-se da configuração de um moinho para o seu invento. A roda principal, com suas 144 pás, tinha 17 m de diâmetro em uma torre de 18 m de altura. Todo o sistema era sustentado por um tubo metálico central de 36 cm de diâmetro que possibilitava o giro de todo o sistema acompanhando, assim, o vento predominante. Esse sistema esteve em operação por 20 anos, sendo desativado em 1908. O cata-vento de Bruch foi um marco na utilização dos cata-ventos para a geração de energia elétrica.

INSTALAÇÕES DE ENERGIA EÓLICA



Capacidade total dos parques eólicos na Europa entre 2010 e 2017, com a potência onshore em azul escuro e a potência offshore em azul claro.



Século XX (início)

Com o avanço da rede elétrica, foram feitas, também no início do século XX, várias pesquisas para o aproveitamento da energia eólica na geração de grandes blocos de energia. Enquanto os Estados Unidos estavam difundindo o uso de aerogeradores de pequeno porte nas fazendas e residências rurais isoladas, a Rússia investia na conexão de aerogeradores de médio e grande porte diretamente na rede.

1923

Criada uma sociedade holandesa para conservação, melhoria de desempenho e utilização mais efetiva dos moinhos holandeses.

1931

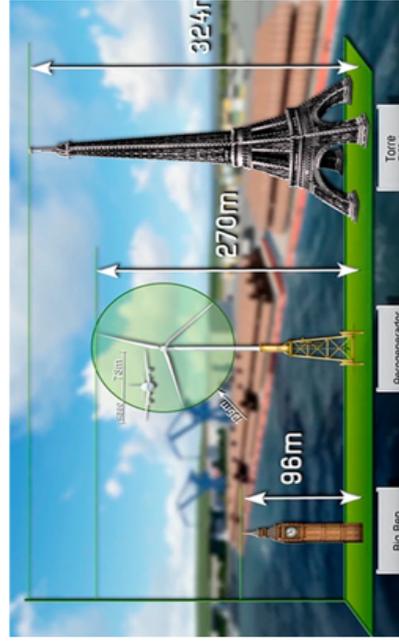
Um dos primeiros passos para o desenvolvimento de aerogeradores de grande porte para aplicações elétricas foi dado na Rússia em 1931. O aerogerador Balaclava era um modelo avançado de 100 kW conectado, por uma linha de transmissão de 6,3 kV de 30 km, a uma usina termelétrica de 20 MW. Essa foi a primeira tentativa bem sucedida de se conectar um aerogerador de corrente alternada com uma usina termelétrica. A energia medida foi de 280.000 kWh anuais, o que significava um fator médio de utilização de 32%. Após o desenvolvimento desse modelo, foram projetados outros modelos mais ambiciosos de 1 MW e 5 MW. Aparentemente esses projetos não foram concluídos devido à forte concorrência de outras tecnologias, principalmente a tecnologia de combustíveis fósseis que, com o surgimento de novas reservas, tornava-se mais competitiva economicamente.

1939

A Segunda Guerra Mundial (1939-1945) contribuiu para o desenvolvimento dos aerogeradores de médio e grande porte, uma vez que os países em geral empenhavam grandes esforços no sentido de economizar combustíveis fósseis. Os Estados Unidos desenvolveram um projeto de construção do maior aerogerador até então projetado. Tratava-se do aerogerador Smith-Putnam cujo modelo apresentava 53,3 m de diâmetro, uma torre de 33,5 m de altura e duas pás de aço com 16 toneladas. Na geração elétrica, foi usado um gerador síncrono de 1.250 kW com rotação constante de 28 rpm, que funcionava em corrente alternada, conectada diretamente à rede elétrica local. Esse aerogerador iniciou seu funcionamento em 10 de outubro de 1941. Em março de 1945, após quatro anos de operação intermitente, uma das suas pás (que eram metálicas) quebrou-se por fadiga.

1950

Após a Segunda Guerra Mundial, o petróleo e grandes usinas hidrelétricas se tornaram extremamente competitivos economicamente, e os aerogeradores foram construídos apenas para fins de pesquisa, utilizando e aprimorando técnicas aeronáuticas na operação e desenvolvimento de pás, além de aperfeiçoamentos no sistema de geração. A Inglaterra, durante a década de cinquenta, promoveu um grande estudo anemométrico em 100 localidades das Ilhas Britânicas, culminando, em 1955, com a instalação de um aerogerador experimental de 100 kW em Cape Costa, Ilhas Orkney. Também foi desenvolvido um raro modelo de aerogerador de 100 kW com as pás ocas e com a turbina e gerador na base da torre. Ambos os modelos desenvolvidos na Inglaterra foram abandonados por problemas operacionais e principalmente por desinteresse econômico.



Dimensões de um aerogerador offshore do parque eólico de Wikinger, na Alemanha, inaugurado em 2018.

1955

Durante o período entre 1955 e 1968, a Alemanha construiu e operou um aerogerador com o maior número de inovações tecnológicas na época. Os avanços tecnológicos desse modelo persistem até hoje na concepção dos modelos atuais mostrando o seu sucesso de operação. Tratava-se de um aerogerador de 34 m de diâmetro operando com potência de 100 kW, a ventos de 8 m/s. Operou por mais de 4.000 horas entre 1957 e 1968. As pás, por serem feitas de materiais compostos, aliviaram os esforços em rolamentos diminuindo assim os problemas de fadiga.

1957

A Dinamarca, no período inicial da 2ª Guerra Mundial, apresentou um dos mais significativos crescimentos em energia eólica. Sendo um país pobre em fontes energéticas naturais, a utilização da energia eólica teve uma grande importância quando o consumo de óleo combustível estava racionado. Desenvolveu-se uma série de aerogeradores de pequeno porte, na faixa de 45 kW. Nesse período, a energia eólica na Dinamarca produzia cerca de 4 milhões de quilowatt-hora anuais. O sucesso dos aerogeradores possibilitou um projeto de grande porte ainda mais ousado. Um aerogerador de 200 kW com 24 m de diâmetro de rotor foi instalado em 1957. Ele apresentava três pás e era sustentado por uma torre de concreto. O sistema forneceu energia em corrente alternada no período entre 1958 e 1967, quando o fator de capacidade atingiu a meta de 20% em alguns dos anos de operação.

1958

Entre 1958 e 1966, foram construídos, na França, diversos aerogeradores de grande porte. Entre os principais, estavam três aerogeradores de eixo horizontal e três pás. Um dos modelos apresentava 30 m de diâmetro de pá com potência de 800 kW a vento de 16,5 m/s. Todo o sistema elétrico funcionou em estado satisfatório, o que não ocorreu, entretanto, com diversas partes mecânicas. O segundo aerogerador apresentava 21 m de diâmetro operando com potência de 132 kW a vento de 13,5 m/s; operou com sucesso durante três anos, com um total de 60 dias em manutenção por problemas diversos. O terceiro aerogerador operou por apenas sete meses. Tratava-se de um aerogerador que operava com potência de 1085 kW a vento de 16,5 m/s, apresentava três pás com um rotor de 35 m. Esses três protótipos mostraram claramente a possibilidade de se conectar aerogeradores à rede de distribuição de energia elétrica.

1960

Menos de 1000 moinhos de vento existiam em pleno funcionamento na Holanda. Novos investimentos em pesquisa em energia eólica.

1973



Vinyard Wind 1, o primeiro projeto de energia eólica offshore nos Estados Unidos, está previsto para operar em 2023.



Complexo da Paraíba, que entrará em operação entre 2022 e 2023. Essa grande instalação renovável será composta por um total de 18 parques eólicos. A Paraíba terá uma capacidade instalada de mais de 565 MW.



1980

O primeiro parque eólico onshore (em terra) do mundo foi de 0,6 MW, composto por 20 turbinas eólicas avaliado em 30 kW cada, instalados no ombro de Crotched Mountain, no sul de New Hampshire em 1980. Os parques eólicos: geram energia limpa, segura, renovável e inesgotável; breçam o consumo de combustíveis fósseis, o que contribui para evitar as mudanças climáticas; quase não geram resíduos e não produzem gases tóxicos nem radiações; são instalações móveis, ou seja, a área em que se encontram pode voltar a ser recuperada depois de desmanteladas; possuem custos baixos de manutenção dos aerogeradores; não interrompem as atividades agrícolas e pecuárias que podem ser desenvolvidas em torno dos parques; criam postos de trabalho.

1986

Acidente nuclear de Chernobyl.

1991

O primeiro parque eólico offshore (no mar) do mundo foi construído ao largo da Dinamarca (Vindéby), em 1991. A energia eólica offshore possui como vantagens: o recurso eólico existente no mar é superior em relação ao existente em terra (até o dobro em relação a um parque onshore médio); pelo fato de estar localizado mar adentro, o impacto visual e acústico é muito pequeno, o que permite aproveitar superfícies muito extensas, tendo várias centenas de megawatts de capacidade instalada; a facilidade do transporte marítimo — que tem poucas limitações relativamente à carga e às dimensões em comparação com o terrestre — tornou possível que no mar os aerogeradores alcancem potências unitárias e tamanhos muito maiores do que em terra.

Presente

A capacidade das turbinas em alto-mar teve um aumento de 102% durante a última década, de acordo com o relatório *Eólica offshore na Europa: tendências e estatísticas fundamentais, 2017*, da WindEurope. Isso faz com que em 2017 a capacidade média instalada dos novos aerogeradores fosse de 5,9 MW, representando 23% a mais em relação a 2016. O Reino Unido e a Alemanha são os países onde foram construídas turbinas de maior potência, com uma média de 6 e 5,6 MW respectivamente. Em seguida estão a Dinamarca e a Finlândia, com uma média de 3,4 MW. O desenvolvimento de novos tipos de fundações que permitam localizar essas instalações a uma maior distância da costa e a contínua evolução da potência e do desenho dos aerogeradores são apenas alguns dos progressos aos quais assistiremos nos próximos anos.

Futuro

A energia eólica será fundamental durante os próximos cinco anos e permitirá que os países europeus avancem no processo de descarbonização da economia e deem continuidade à transição energética. Assim se verifica no relatório de *Energia eólica na Europa: perspectivas para 2022*, elaborado pela WindEurope. De acordo com o estudo, a capacidade instalada crescerá uma média de 17,4 GW por ano entre 2018 e 2022. Assim, está previsto que a geração eólica aumente em 87 GW, até alcançar o valor total de 258 GW de capacidade instalada em todo o continente. Alemanha, Espanha e Reino Unido continuarão sendo os países com a maior frota de instalações eólicas da Europa. Os aerogeradores também serão cada vez mais potentes. Para 2023, se espera que as turbinas onshore ultrapassem os 4 MW, enquanto as dos parques eólicos offshore passem dos 8 MW de potência.



Apêndice A

Material do professor



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

**“E O VENTO LEVOU...” – UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE
INVESTIGATIVA ENVOLVENDO TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA**
(Material do professor)

Diego Figueiredo Rodrigues

Deise Miranda Vianna

Material instrucional associado à dissertação de mestrado de Diego Figueiredo Rodrigues, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
Agosto de 2023

SUMÁRIO

1. Introdução -----	66
2. A nossa atividade -----	68
a. Bloco 1 -----	69
b. Bloco 2 -----	70
c. Bloco 3 -----	72
3. Linha do tempo -----	76
4. Referências -----	79

1. Introdução

Prezado professor, o presente trabalho apresenta uma sequência didática abordando questões investigativas sobre energia e suas transformações, com ênfase na energia elétrica e na energia eólica. Ele foi construído tendo como princípio a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) que desperta alguns aspectos para energia e suas conservações. Utilizamos como referencial o CTS (AIKENHEAD, 1994) para a escolha do tema e utilizamos a metodologia de atividades investigativas (SASSERON E MACHADO, 2017).

A BNCC (BRASIL, 2018) entende a ciência e tecnologia não apenas como ferramentas que solucionam problemas para a sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo. Dessa maneira, a educação básica deve se comprometer a com o Letramento Científico da população.

Assim, a BNCC define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização essenciais desenvolvidas no ensino básico, tais como: conhecimentos conceituais da área; contextualização social cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; processos e práticas de investigação; e linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018).

A BNCC conta também com competências específicas para cada área do conhecimento. Entendemos que o nosso trabalho se enquadra nas competências específicas 1 e 3, mostradas respectivamente a seguir:

“Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global” (BRASIL, 2018).

“Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)” (BRASIL, 2018).

Por fim, a BNCC conta com habilidades alocadas em cada competência específica. O nosso trabalho se enquadra nas seguintes: EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT106, EM13CNT301 e EM13CNT310, descritas abaixo.

Tabela 1 – Habilidades da BNCC.

Habilidade	Significado
EM13CNT101	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
EM13CNT105	Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
EM13CNT106	Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
EM13CNT310	Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Fonte: Brasil (2018)

Além de seguir os parâmetros da BNCC (BRASIL, 2018), nosso trabalho foi baseado em uma proposta que envolve Ciência, Tecnologia e Sociedade. Segundo Aikenhead (1994), uma proposta CTS visa ajudar os alunos a darem sentido na compreensão de fenômenos que acontecem em suas vidas a partir do que aprendeu dentro de sala de aula. Em outras palavras, ele usa a ciência aprendida na escola para entender como o seu mundo funciona, e não a restringe apenas para a resolução de provas.

Tal proposta está atrelada a atividades investigativas, uma metodologia que, segundo Sasseron e Machado (2017), leva ao estudante problemas que chamam sua atenção e, com isso, ele investiga: busca formas para resolvê-los a partir de estratégias como levantamento de hipóteses, organização de informações novas ou conhecidas, reconhecimento de variáveis relevantes e a busca de relações entre elas a fim de se

explicar o fenômeno ocorrido (SASSERON E MACHADO, 2017). Para isso, é de extrema importância que a turma seja dividida em grupos para que haja discussão e argumentação a fim de se chegar à conclusão do problema proposto.

Uma proposta CTS envolvendo atividades investigativas enriquece a aprendizagem e motiva o aluno a resolver aquele problema, gerando uma alfabetização científica no indivíduo (SASSERON E MACHADO, 2017). Assim, o discente se torna o protagonista no seu processo educacional.

“O alfabetizado cientificamente deverá ter condições de modificar este mundo e a si mesmo por meio da prática consciente propiciada pela sua interação com saberes e procedimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico” (SASSERON E MACHADO, 2017).

No próximo capítulo se encontra a descrição da nossa atividade, dividida nas seções **a**, **b** e **c**. No Capítulo 3, mostraremos a linha do tempo do uso da energia eólica pela sociedade. No Capítulo 4, se encontram as referências bibliográficas.

2. A nossa atividade

O nosso roteiro didático possui 3 blocos e conta com 13 questões, que serão descritas a seguir, sendo uma delas a organização de uma linha do tempo, que se encontra no Capítulo 3 deste material, envolvendo o uso da energia eólica pela sociedade. Ademais, conta também com três questões envolvendo vestibulares conhecidos: ENEM, UNICAMP e FUVEST. A respeito destas, caso a aplicação seja feita em turmas de ensino fundamental II ou em turmas do início do ensino médio, recomendamos retirá-las. O professor possui total autonomia para modificar o roteiro didático de acordo com a sua realidade escolar.

A respeito dos conteúdos prévios necessários para a atividade, para a questão do vestibular da UNICAMP é necessário saber o cálculo da velocidade média de um corpo e do comprimento de uma circunferência. Já para a questão do vestibular da FUVEST, é necessário que se saiba a equação que relaciona potência, energia e tempo, além de ter noção da localização dos estados do Brasil.

Recomendamos que a atividade seja feita em grupos, a fim de enriquecer a discussão.

a. Bloco 1

No *Bloco 1 – Eletricidade e vida cotidiana*, tivemos como objetivo levar aos alunos a reflexão sobre a distribuição desigual de energia elétrica no mundo.

Na primeira questão, pedimos para que o grupo pense em lugares do mundo que não possuem acesso à energia elétrica, dentro e fora do nosso país. Nosso objetivo aqui é fazer com que eles reflitam como nossa vida é dependente de eletricidade e quais são os impactos causados pela falta dela.

Na pergunta seguinte, levamos uma notícia (ECYCLE, 2016) sobre postes solares e ecológicos de uma organização internacional que opera em mais de 20 países e que leva luz para lugares que não possuem acesso adequado à energia elétrica. Os postes ecológicos são feitos com garrafas plásticas, painéis solares, baterias e lâmpadas LED.



Figura 5. Postes solares e ecológicos. Fonte: eCycle (2016)

A partir da notícia dada, pedimos para que o grupo pense em formas criativas, isto é, formas diferentes das usuais, de se aproveitar e usar a energia no cotidiano. Esperamos aqui ideias associando materiais transparentes, espelhos ou lentes.

Na questão seguinte, mostramos uma foto do nosso planeta à noite, onde se vê quais áreas do globo são mais iluminadas.



Figura 6. Planeta à noite. Fonte: NASA (2022)

Levamos os alunos a refletirem e discutirem sobre a distribuição desigual de energia elétrica no planeta, complementando a questão 1.

b. Bloco 2

No *Bloco 2 – Energia*, focamos nos diferentes tipos de energia e nas transformações de energia.

Na questão 4, perguntamos aos estudantes como eles acham que a eletricidade chega à casa deles. Ressaltamos aqui que o objetivo não é que eles discutam sobre eletrodinâmica ou eletromagnetismo, mas sim sobre os processos de transformação de energia que ocorrem desde as usinas até que a luz chegue em suas casas, bem como nos processos de distribuição de energia que competem às empresas reguladoras.

Na pergunta seguinte, pedimos para que eles dissertem sobre as formas de energia e sobre as transformações de energia que eles conhecem. Tal pergunta foi formulada com o objetivo de prepará-los para as próximas questões.

A questão 6 utiliza um QR Code que leva a um vídeo sobre o trailer do filme “O menino que descobriu o vento” (CDCC-USP, 2020) e perguntamos sobre qual tema o filme aborda.

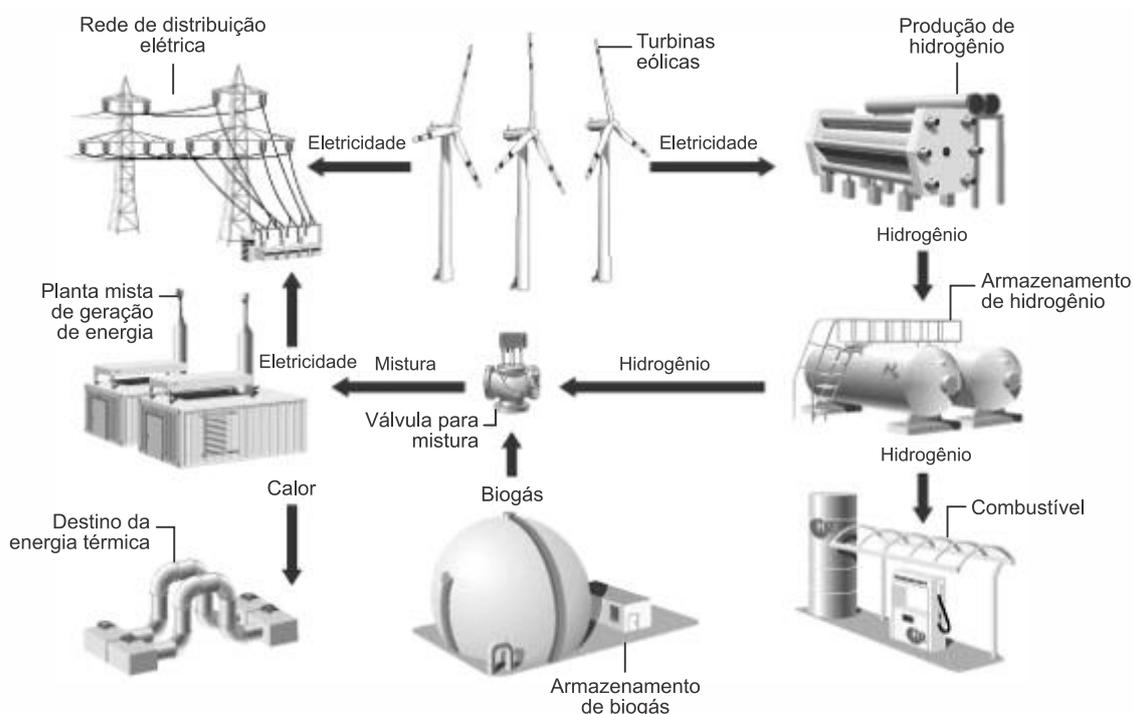


Figura 7. QR Code que leva ao trailer do filme “O menino que descobriu o vento”.

Queremos aqui que eles reflitam novamente sobre a problemática da distribuição de energia, agora vendo através de um filme as consequências que tal problema traz.

A questão 7 é uma pergunta que caiu na prova do ENEM de 2017, que fala sobre o funcionamento de uma estação híbrida de eletricidade movida à energia eólica e biogás, que pode ser vista a seguir.

A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio, usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



Disponível em: www.enertrag.com. Acesso em: 24 abr. 2015 (adaptado).

Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo

a cidade onde está instalada, pois o(a)

- a) planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.*
- b) hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.*
- c) conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.*
- d) combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.*
- e) planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade.*

Queremos, aqui, que eles apliquem a discussão sobre energia e transformação de energia em uma situação diferente do cotidiano deles.

c. Bloco 3

No *Bloco 3 – O vento*, focamos na energia eólica e em suas transformações.

Na questão 8, mostramos um comparativo entre o Kitesurf, esporte aquático que utiliza uma grande “pipa” e uma prancha, e os Jangadeiros do Nordeste, população tradicional marítima que vive no litoral nordestino e sobrevive da pesca.



Figura 8. Kitesurf. Fonte: InfoEscola (2008)

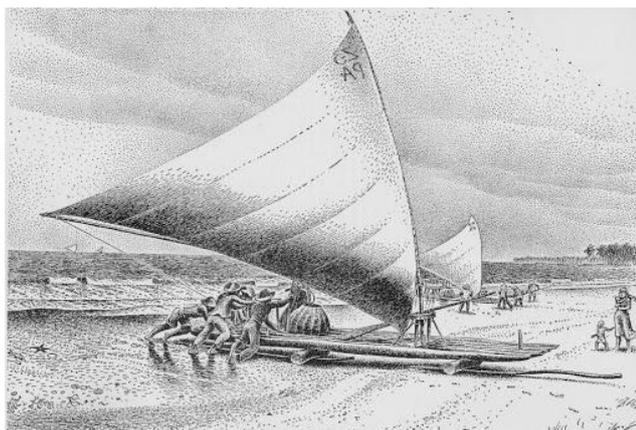


Figura 9. Jangadeiros. Fonte: Na Sombra do Juazeiro (2020)

A partir das imagens mostradas, pedimos para que eles identifiquem as formas de energia presentes em cada situação. O objetivo da pergunta é que eles observem que a energia eólica está presente e tem um papel fundamental em ambas as situações.

Na questão seguinte é mostrado um conjunto de aerogeradores no mar (offshore).



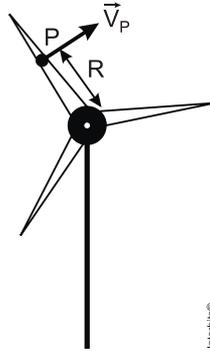
Figura 10. Aerogeradores. Fonte: Época (2019)

É pedido para que o grupo cite vantagens e desvantagens desse tipo de fonte de transformação de energia.

A pergunta seguinte, do vestibular da UNICAMP de 2013, aborda sobre o cálculo da energia cinética de um aerogerador a partir do fornecimento de alguns dados.

Um aerogerador, que converte energia eólica em elétrica, tem uma hélice como a representada na figura abaixo. A massa do sistema que gira é $M = 50$ toneladas, e a

distância do eixo ao ponto P , chamada de raio de giração, é $R = 10 \text{ m}$. A energia cinética do gerador com a hélice em movimento é dada por $E = \frac{1}{2} M V_P^2$, sendo V_P o módulo da velocidade do ponto P . Se o período de rotação da hélice é igual a 2 s , qual é a energia cinética do gerador? Considere $\pi = 3$.



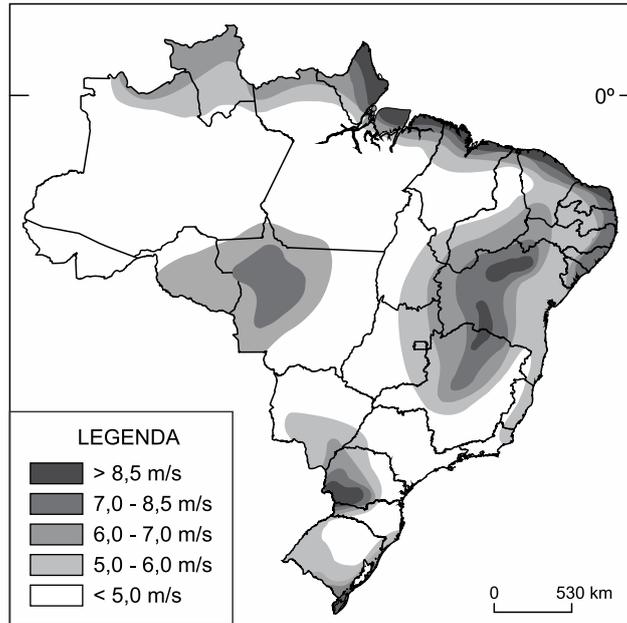
- a) $6,250 \cdot 10^5 \text{ J}$
- b) $2,250 \cdot 10^7 \text{ J}$
- c) $5,625 \cdot 10^7 \text{ J}$
- d) $9,000 \cdot 10^7 \text{ J}$

Observa-se que, para esta questão, é necessário que o aluno saiba fazer o cálculo da velocidade média de um corpo, além da noção do comprimento de uma circunferência. Para o cálculo da energia cinética, a questão fornece a fórmula necessária.

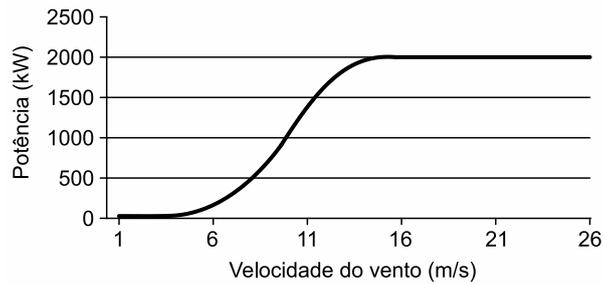
Na questão seguinte, do vestibular da FUVEST de 2016, é dado um mapa da velocidade média dos ventos no Brasil, e, a partir de um gráfico e de alguns dados, é perguntado em qual região do país se gera uma determinada quantidade de energia, como mostrado abaixo.

A escolha do local para instalação de parques eólicos depende, dentre outros fatores, da velocidade média dos ventos que sopram na região. Examine este mapa das diferentes velocidades médias de ventos no Brasil e, em seguida, o gráfico da potência fornecida por um aerogerador em função da velocidade do vento.

BRASIL - VELOCIDADE MÉDIA DOS VENTOS



Centro Brasileiro de Energia Eólica, 1998.



De acordo com as informações fornecidas, esse aerogerador poderia produzir, em um ano, 8,8 GWh de energia, se fosse instalado no

Note e adote:

1 GW = 10^9 W

1 ano = 8800 horas

- a) noroeste do Pará.*
- b) nordeste do Amapá.*
- c) sudoeste do Rio Grande do Norte.*
- d) sudeste do Tocantins.*
- e) leste da Bahia.*

Observa-se que, para esta questão, é necessário que o aluno saiba calcular a potência associada à energia e ao tempo, além de precisar ter conhecimento da localização dos estados do Brasil.

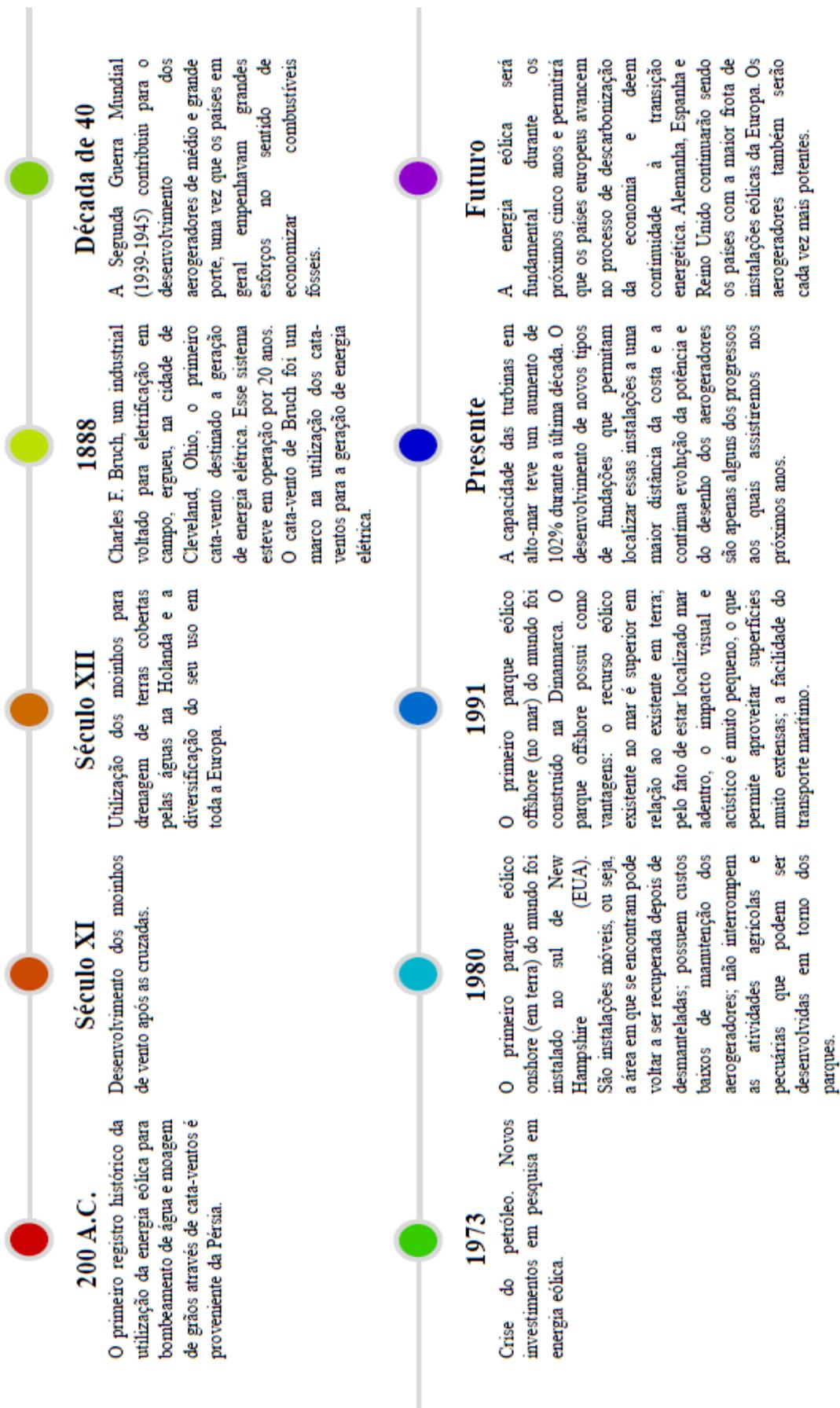
O objetivo das duas perguntas anteriores é que o grupo consiga interpretar dados fornecidos pela questão e, a partir do conhecimento teórico acumulado, resolvam as questões.

A questão 12 aborda sobre a linha do tempo da utilização da energia eólica pelo mundo, que será descrita no Capítulo 5. A partir das cartas fornecidas, os alunos devem colocá-las em ordem cronológica.

Por fim, a última questão da atividade proposta leva aos discentes a uma reflexão sobre o que eles esperam ver nos próximos anos e relação às fontes de energia do nosso planeta.

3. Linha do tempo

A linha do tempo mostra a evolução do uso da energia eólica pelo ser humano. Ela é utilizada na questão 12 do roteiro do aluno. Recomendamos que o professor recorte e dê em formas de cartas, sem as datas ou com as datas escondidas, para que cada grupo organize em função dos acontecimentos históricos da sociedade. As fotos mostradas após a linha do tempo servem como base para a discussão, contendo gráficos e fotos de diversos moinhos de vento e aerogeradores onshore (na terra) e offshore (no mar).



200 A.C.

O primeiro registro histórico da utilização da energia eólica para bombeamento de água e moagem de grãos através de cata-ventos é proveniente da Pérsia.

Século XI

Desenvolvimento dos moinhos de vento após as cruzadas.

Século XII

Utilização dos moinhos para drenagem de terras cobertas pelas águas na Holanda e a diversificação do seu uso em toda a Europa.

1888

Charles F. Brush, um industrial voltado para eletrificação em campo, ergueu, na cidade de Cleveland, Ohio, o primeiro cata-vento destinado a geração de energia elétrica. Esse sistema esteve em operação por 20 anos. O cata-vento de Brush foi um marco na utilização dos cata-ventos para a geração de energia elétrica.

Década de 40

A Segunda Guerra Mundial (1939-1945) contribuiu para o desenvolvimento dos aerogeradores de médio e grande porte, uma vez que os países em geral empenhavam grandes esforços no sentido de economizar combustíveis fósseis.

1973

Crise do petróleo. Novos investimentos em pesquisa em energia eólica.

1980

O primeiro parque eólico onshore (em terra) do mundo foi instalado no sul de New Hampshire (EUA). São instalações móveis, ou seja, a área em que se encontram pode voltar a ser recuperada depois de desmanteladas; possuem custos baixos de manutenção dos aerogeradores; não interrompem as atividades agrícolas e pecuárias que podem ser desenvolvidas em torno dos parques.

1991

O primeiro parque eólico offshore (no mar) do mundo foi construído na Dinamarca. O parque offshore possui como vantagens: o recurso eólico existente no mar é superior em relação ao existente em terra; pelo fato de estar localizado mar adentro, o impacto visual e acústico é muito pequeno, o que permite aproveitar superfícies muito extensas; a facilidade do transporte marítimo.

Presente

A capacidade das turbinas em alto-mar teve um aumento de 102% durante a última década. O desenvolvimento de novos tipos de fundações que permitem localizar essas instalações a uma maior distância da costa e a contínua evolução da potência e do desenho dos aerogeradores são apenas alguns dos progressos aos quais assistiremos nos próximos anos.

Futuro

A energia eólica será fundamental durante os próximos cinco anos e permitirá que os países europeus avancem no processo de descarbonização da economia e deem continuidade à transição energética. Alemanha, Espanha e Reino Unido continuarão sendo os países com a maior frota de instalações eólicas da Europa. Os aerogeradores também serão cada vez mais potentes.



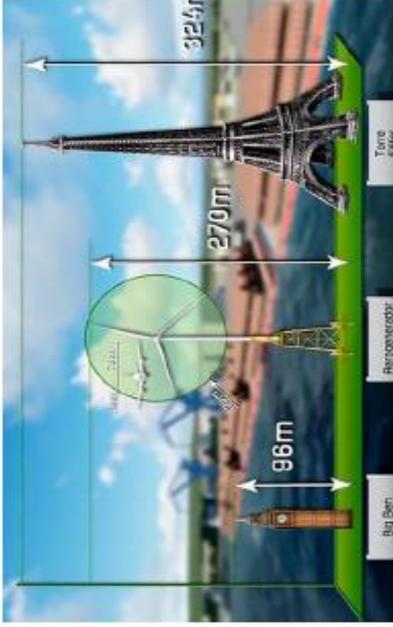
Doesburgermolen, um dos moinhos mais antigos existentes na Holanda, construído por volta de 1630. Foto tirada em 2007.



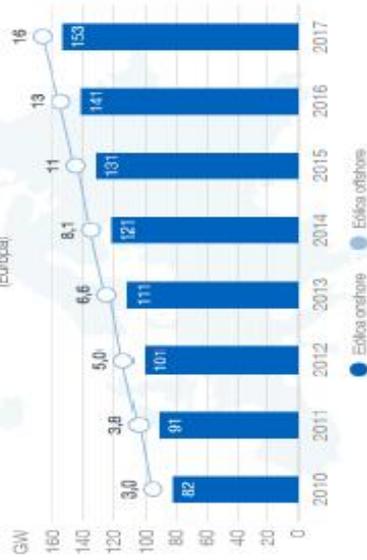
Moinhos de Kinderdijk (Holanda). Eles foram criados em torno de 1750 com o intuito de expandir o território do país ao drenar as águas do Mar do Norte e de seus rios adjacentes. Se tornou Patrimônio da Humanidade da UNESCO em 1997.



Whitelee é o maior parque eólico onshore do Reino Unido. Entrou em funcionamento em 2008.



Dimensões de um aerogerador offshore do parque eólico de Wikingen, na Alemanha, inaugurado em 2018.



Capacidade total dos parques eólicos na Europa entre 2010 e 2017, com a potência onshore em azul escuro e a potência offshore em azul claro.



Complexo da Paraíba, que entrará em operação entre 2022 e 2023. Essa grande instalação renovável será composta por um total de 18 parques eólicos.



Vineyard Wind 1, o primeiro projeto de energia eólica offshore nos Estados Unidos, está previsto para operar em 2023.

4. Referências bibliográficas

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

KITESURF. **InfoEscola**, 2008. Disponível em: <https://www.infoescola.com/esportes/kitesurf/>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

NASA-NOAA Satellite reveals new views of Earth at night. **NASA**, 2012. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/NPP/news/earth-at-night.html. Acesso em: 12 de jul. de 2023.

O menino que descobriu o vento. **Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) – USP**, 2020. Disponível em: <https://cdcc.usp.br/o-menino-que-descobriu-o-vento/>. Acesso em: 12 de set. de 2023.

PETROBRAS vai gerar energia eólica no mar. **Época**, 2019. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2018/07/petrobras-vai-gerar-energia-eolica-no-mar.html>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

Postes solares e ecológicos iluminam comunidades sem eletricidade. **eCycle**, 2016. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/6-atitude/4577-postes-feitos-com-reaproveitamento-de-materiais-e-movidos-a-energia-solar-iluminam-comunidades-sem-acesso-a-eletricidade.html>. Acesso em: 12 de set. de 2023.

SASSERON, L.H.; MACHADO, V.F. **Alfabetização científica na prática**. 1ª Edição. São Paulo: LF Editorial, 2017.

Tipos Regionais do Nordeste: Jangadeiros. **Na Sombra do Juazeiro**, 2020. Disponível em: <https://nasombradojuazeiro.com.br/2020/01/27/tipos-regionais-do-nordeste-jangadeiros/>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

Apêndice B

Material do aluno



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

**“E O VENTO LEVOU...” – UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE
INVESTIGATIVA ENVOLVENDO TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA**
(Material do aluno)

Diego Figueiredo Rodrigues

Deise Miranda Vianna

Material instrucional associado à dissertação de mestrado de Diego Figueiredo Rodrigues, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
Agosto de 2023

E o vento levou...

Bloco 1 – Eletricidade e vida cotidiana

1) É impossível viver sem energia elétrica... Certo? Ainda hoje existem locais ao redor do mundo que não possuem acesso à energia elétrica. O grupo consegue imaginar quais locais são esses? E aqui no Brasil?

2) Ter energia elétrica deveria ser um direito básico para todos, e é por isso que organizações e cientistas do mundo inteiro trabalham para isso. Na figura abaixo, podemos ver o trabalho de uma organização internacional chamada **Litro de Luz**, que opera em mais de 20 países (inclusive no Brasil) e leva luz até moradores de locais que não possuem acesso adequado à energia elétrica.

Figura 1 - Poste de luz feito com garrafas plásticas, painéis solares, baterias e lâmpadas LED.



POSTES solares e ecológicos iluminam comunidades sem eletricidade. **eCycle**. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/6-atitude/4577-postes-feitos-com-reaproveitamento-de-materiais-e-movidos-a-energia-solar-iluminam-comunidades-sem-acesso-a-eletricidade.html>>. Acesso em: 10 de fev. de 2021.

O exemplo acima é uma forma de aproveitar a energia de forma criativa. Você já viu, em algum local, alguma outra forma de se aproveitar a energia de forma criativa?

3) Mesmo com a iniciativa de muitas organizações, ainda sim existem muitas pessoas que não possuem acesso à energia elétrica. Veja como é o nosso planeta à noite:

Figura 2 - O planeta à noite.



NASA-NOAA Satellite reveals new views of Earth at night. NASA, 2012. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/NPP/news/earth-at-night.html. Acesso em: 10 de fev. de 2021.

A figura acima foi criada a partir da compilação de imagens captadas pelo satélite Suomi, enviado para o espaço em 2011. Foram necessárias 312 órbitas para ter uma foto clara de cada pedaço da superfície da Terra, continentes e ilhas.

Olhando para a figura, discuta com o grupo: a energia elétrica é distribuída de forma igual para todas as regiões? A foto condiz com o que você escreveu na questão 1? Caso você queira complementar ou modificar a sua resposta da questão 1, não apague ela, use o espaço abaixo:

Bloco 2 – Energia

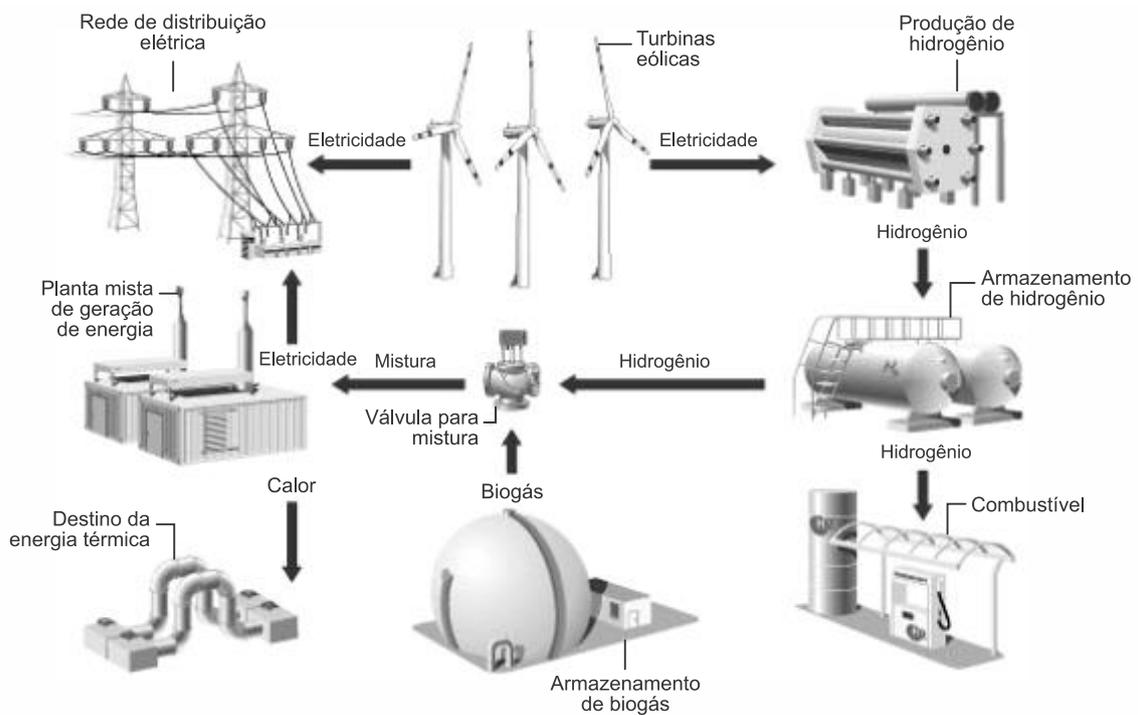
4) Você aperta um interruptor e a lâmpada acende, certo? Como a eletricidade chega até a sua casa?

5) Quais são as formas de energia que você conhece? Cite exemplos de transformação de energia:

6) Use o QR Code abaixo para ver o trailer do filme “O menino que descobriu o vento”, lançado em 2019 e disponível na Netflix. Sobre qual tema o filme aborda? Caso queira complementar ou modificar alguma de suas respostas até agora, use o espaço abaixo:



7) (ENEM 2017) A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio, usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



Disponível em: www.enertrag.com. Acesso em: 24 abr. 2015 (adaptado).

Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a)

- planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.
- hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.
- conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.

- d) combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.
- e) planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade.

Bloco 3 – O vento

8) Na foto abaixo vemos o Kitesurf, esporte aquático que utiliza uma grande “pipa” e uma prancha. A pipa é ligada à cintura do surfista, que a controla para direcionar seu movimento. O esporte vai estreiar nas Olimpíadas de 2024, em Paris.

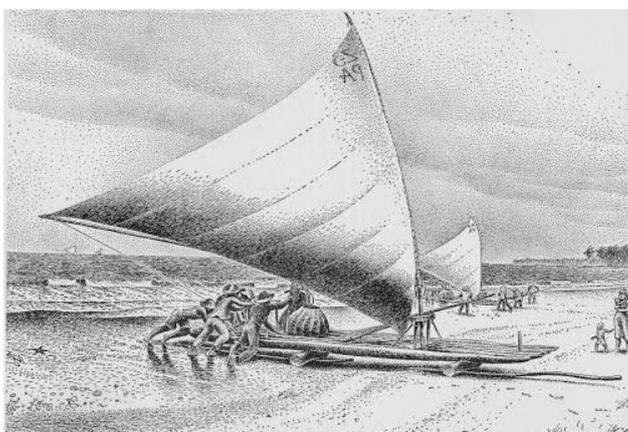
Figura 3 - O Kitesurf.



KITESURF. **InfoEscola**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/esportes/kitesurf/>>. Acesso em: 10 de fev. de 2021.

Na próxima figura, encontramos os Jangadeiros do Nordeste, população tradicional marítima que vivia no litoral nordestino. Enfrentavam o oceano, em embarcações simples, em busca de pesca e chegavam a cruzar com grandes embarcações. Atualmente, a tradição se encontra em extinção, mas ainda garante o sustento de muitas famílias.

Figura 4 - Os Jangadeiros do Nordeste.



TIPOS regionais do Nordeste. **Terra Brasileira**. Disponível em: <<http://www.terrabrasileira.com.br/folclore3/m43jangad.html>>. Acesso em: 10 de fev. de 2021.

A partir da análise das figuras, identifique as fontes de energia que aparecem nas figuras:

9) A energia do vento, também chamada de energia eólica, tem sido uma grande aposta de muitos países nas últimas décadas como fonte de transformação de energia elétrica.

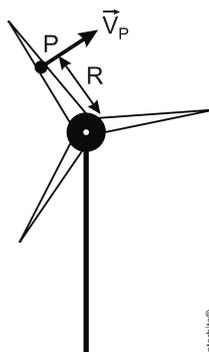
Figura 5 - Energia eólica offshore.



PETROBRAS vai gerar energia eólica no mar. **Época**, 2019. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2018/07/petrobras-vai-gerar-energia-eolica-no-mar.html>. Acesso em: 10 de fev. de 2021.

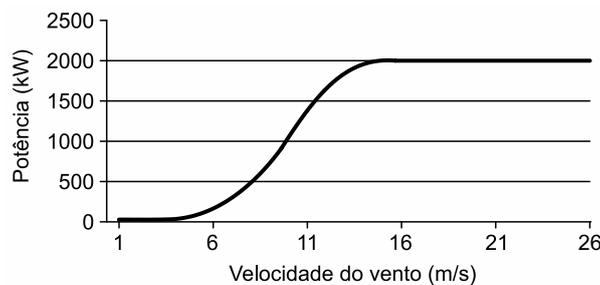
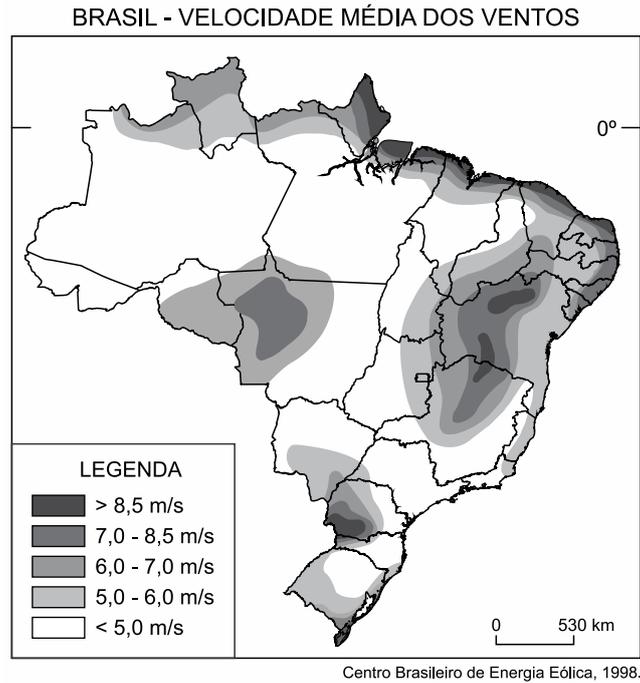
Cite vantagens e desvantagens da utilização desse tipo de fonte de transformação de energia.

10) (UNICAMP 2013) Um aerogerador, que converte energia eólica em elétrica, tem uma hélice como a representada na figura abaixo. A massa do sistema que gira é $M = 50$ toneladas, e a distância do eixo ao ponto P , chamada de raio de giração, é $R = 10$ m. A energia cinética do gerador com a hélice em movimento é dada por $E = \frac{1}{2}MV_P^2$, sendo V_P o módulo da velocidade do ponto P . Se o período de rotação da hélice é igual a 2 s, qual é a energia cinética do gerador? Considere $\pi = 3$.



- a) $6,250 \cdot 10^5 J$
- b) $2,250 \cdot 10^7 J$
- c) $5,625 \cdot 10^7 J$
- d) $9,000 \cdot 10^7 J$

11) (FUVEST 2016) A escolha do local para instalação de parques eólicos depende, dentre outros fatores, da velocidade média dos ventos que sopram na região. Examine este mapa das diferentes velocidades médias de ventos no Brasil e, em seguida, o gráfico da potência fornecida por um aerogerador em função da velocidade do vento.



De acordo com as informações fornecidas, esse aerogerador poderia produzir, em um ano, 8,8 GWh de energia, se fosse instalado no

Note e adote:

$1 \text{ GW} = 10^9 \text{ W}$

$1 \text{ ano} = 8800 \text{ horas}$

- a) noroeste do Pará.
- b) nordeste do Amapá.
- c) sudoeste do Rio Grande do Norte.
- d) sudeste do Tocantins.

e) leste da Bahia.

12) Há registros da utilização da energia eólica pela nossa sociedade há muito tempo. Pegue as cartas e, com o seu grupo, monte a linha do tempo da utilização da energia eólica pelo mundo.

13) Reflita e escreva abaixo: e o futuro? O que você espera ver nos próximos anos em relação às nossas fontes de energia?
