

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física
Polo **ufscar** Sorocaba



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE

DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO TEMA: “PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA”

RENATA CORREIA DE AZEVEDO

ORIENTADORA: PROFA. DRA. FERNANDA KEILA MARINHO DA SILVA

COORIENTADOR: PROF. DR. TERSIO GUILHERME DE SOUZA CRUZ

Sorocaba - SP
Fevereiro de 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO
TEMA: “PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA
ELÉTRICA”**

RENATA CORREIA DE AZEVEDO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-So) da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física no Ensino Médio.
Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva

Sorocaba - SP
Fevereiro de 2021

RENATA CORREIA DE AZEVEDO

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO TEMA: “PRODUÇÃO E
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA”**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-So) da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física no Ensino Médio.
Sorocaba 18 de fevereiro de 2021.

Orientadora:

Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva
UFSCar- Sorocaba

Coorientador:

Prof. Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz
UFSCar- Sorocaba

Examinador:

Prof. Dr. Airton Natanael Coelho Dias
UFSCar- Sorocaba

Examinador:

Prof. Dr. Edvaldo Alves de Souza Junior
Universidade Federal de Sergipe

Sorocaba - SP
Fevereiro de 2021

Azevedo, Renata Correia de

Uma sequência didática para o ensino do tema:
“produção e consumo de energia elétrica” / Renata
Correia de Azevedo -- 2021.
111f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Fernanda Keila Marinho da Silva

Banca Examinadora: Airton Natanael Coelho Dias,

Edvaldo Alves de Souza Junior

Bibliografia

1. Produção e consumo de energia elétrica. 2. Sequência
didática. 3. Estratégias de ensino. I. Azevedo, Renata Correia
de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano –

CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade
Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Renata Correia de Azevedo, realizada em 18/02/2021.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva (UFSCar)

Prof. Dr. Edvaldo Alves Junior (UFS)

Prof. Dr. Airton Natanael Coelho Dias (UFSCar)

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

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação à minha família e aos meus amigos.

AGRADECIMENTO

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) durante todo o período de formação e pela bolsa de estudo concedida com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Agradeço à Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva e ao Prof. Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz pela orientação, paciência e colaboração durante a construção deste trabalho.

Agradeço aos professores Prof. Dr. Airton Natanael Coelho Dias e Prof. Dr. Edvaldo Alves de Souza Junior pelas sugestões durante o exame de qualificação.

Agradeço a todos os professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física que contribuíram para o meu enriquecimento profissional.

Aos gestores, professores e alunos da escola em que o produto foi aplicado pelo incentivo e pela participação.

Agradeço a meu marido Cristiano Dourado de Azevedo que sempre esteve ao meu lado incentivando e não me deixando desistir nos momentos difíceis.

Aos familiares e amigos que, por diversas vezes, foram deixados em segundo plano para a concretização desta dissertação.

A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.

Albert Einstein

RESUMO

CORREIA DE AZEVEDO, Renata. Uma sequência didática para o ensino do tema: “Produção e consumo de energia elétrica”. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2021.

A presente dissertação tem como objetivo descrever a elaboração, a aplicação e os resultados gerados por uma sequência didática para o ensino do tema produção e consumo de energia elétrica, em uma turma da terceira série do Ensino Médio da rede pública de ensino do Estado de São Paulo. A sequência didática teve como finalidade o desenvolvimento cognitivo e o pensamento crítico dos alunos perante o tema produção e consumo de energia elétrica. Para que isso fosse possível, diferentes estratégias de ensino foram aplicadas, dentre elas: mapa conceitual, seminário, pesquisa, debate, estudo de caso e júri simulado. Utilizando as concepções de Antoni Zabala (1998) e a teoria histórico-cultural de Vygotsky no processo de fundamentação e desenvolvimento, a sequência didática procurou potencializar os avanços cognitivos dos alunos diante a temática, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. A fundamentação teórica-científica, em conjunto com as estratégias de ensino selecionadas, foram essenciais para o enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) ao buscar desenvolver nos alunos o senso crítico perante o conceito trabalhado. Durante a aplicação e a análise dos resultados, encontrou-se evidências de que os referenciais teóricos de ensino em conjunto com as diferentes estratégias, mostraram-se eficientes, uma vez que os alunos demonstraram ao longo das atividades uma melhor compreensão dos conceitos trabalhados.

Palavras-chave: Sequência didática. Estratégias de Ensino. Vygotsky. CTSA.

ABSTRACT

CORREIA DE AZEVEDO, Renata. A didactic sequence for teaching the theme: “Electric energy production and consumption”. 2021. Dissertation (Master in Physics Teaching) – Federal University of São Carlos, Sorocaba campus, Sorocaba, 2021.

This dissertation aims to describe the elaboration, application, and results generated by a didactic sequence for the teaching of the theme production and consumption of electric energy, in a third grade class of the high school of the public school system of the State of São Paulo. The didactic sequence aimed at cognitive development and critical thinking of students on the theme of production and consumption of electricity. To make this possible, different teaching strategy were applied, among them: conceptual map, seminar, research, debate, case study, and simulated jury. Using the concepts of Antoni Zabala (1998) and Vygotsky's historical-cultural theory in the process of foundation and development, the didactic sequence sought to potentiate the cognitive advances of the students before the theme, facilitating the teaching-learning process. The theoretical-scientific foundation, together with the selected teaching strategies, were essential for the CTSA (Science, Technology, Society and Environment) approach when seeking to develop a critical sense in students before the concept worked. During the application and analysis of the results, evidence was found that the theoretical references of teaching together with the different teaching strategies proved to be efficient since the students demonstrated throughout the activities a better understanding of the concepts worked.

Keywords: Following teaching. Teaching Strategies. Vygotsky. CTSA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Mapas conceituais construídos pelos alunos sobre a temática produção e consumo de energia elétrica e categorizados com maior coerência	31
Figura 3.2 – Mapas conceituais construídos pelos alunos sobre a temática produção e consumo de energia elétrica e categorizados como menos coerentes.	32
Figura 3.3 – Estudo de caso fictício proposto aos grupos..	39
Figura 3.4 – Infográfico criado por um grupo para explicar o caminho da energia elétrica da usina até a sua casa... ..	41
Figura 3.5 – Infográfico criado por um grupo para explicar o caminho da energia elétrica da usina até a sua casa... ..	42
Figura 3.6 – Infográfico adequado por um grupo para explicar o caminho da energia elétrica da usina até a sua casa... ..	43
Figura 3.7 – Texto “Palmas para a sua solução”..	44
Figura 3.8 – Situação problema- Audiência pública: Usina hidrelétrica de Cordeiro.....	47
Figura 3.9 – Veredito do júri.	49
Figura 3.10 – Apresenta o mapa conceitual construído por um mesmo aluno na primeira e última atividade, respectivamente.	51
Figura 3.11 – Apresenta o mapa conceitual construído por um mesmo aluno na primeira e última atividade, respectivamente.	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL – *Agência Nacional de Energia Elétrica*

BNCC – *Base Nacional Comum Curricular*

CAPES – *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*

CTS – *Ciência, Tecnologia e Sociedade*

CTSA – *Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*

EJA – *Educação de Jovens e Adultos*

ENEM – *Exame Nacional do Ensino Médio*

EPE – *Empresa de Pesquisa Energética*

MNPEF – *Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física*

PCN – *Parâmetros Curriculares Nacionais*

PCNEM – *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*

PDE – *Plano Decenal de Expansão de Energia*

PROFIS-So – *Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba.*

ZDP – *Zona de desenvolvimento proximal*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 – PRODUTO EDUCACIONAL: PRINCIPAIS FUNDAMENTOS.....	4
1.1 A IMPORTÂNCIA DO TEMA ENERGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	4
1.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	9
1.3 REFERENCIAL TEÓRICO DE ENSINO APRENDIZAGEM: ABORDAGEM VYGOSTKIANA	11
1.4 EDUCAÇÃO CTSA.....	14
CAPÍTULO 2 – ENERGIA	18
2.1 A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA	19
2.1.1 A Conservação da Energia Mecânica	21
2.2 ENERGIA E SUAS FONTES	23
2.3 MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA	24
2.3.1 Produção de Energia Elétrica.....	25
2.3.2 Transporte de Energia Elétrica.....	25
CAPÍTULO 3 – DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA E APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	27
3.1 ATIVIDADE 1: CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES.	29
3.2 ATIVIDADE 2: MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA.....	37
3.3 ATIVIDADE 3: COMO A ENERGIA ELÉTRICA CHEGA A SUA CASA?	40
3.4 ATIVIDADE 4: ESTUDO DE CASO – “PALMAS PARA A SUA SOLUÇÃO”	43
3.5 ATIVIDADE 5: JÚRI SIMULADO	45
3.6 ATIVIDADE 6: CONSTRUÇÃO DE MAPA CONCEITUAL	50
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	55
APÊNDICE A	60

INTRODUÇÃO

Os avanços na área da ciência têm proporcionado à sociedade novas tecnologias e inovações que, quando bem utilizadas, agregam qualidade de vida. Um bom exemplo é a internet. Com o surgimento da internet, o acesso aos dados e à informação, que antes eram restritos a poucos indivíduos, passou a ser global.

Neste contexto, a educação é uma das áreas da sociedade influenciadas diretamente pelo desenvolvimento tecnológico por promover novas metodologias capazes de melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Essa realidade ainda é “distante para muitas escolas brasileiras, visto que a falta de infraestrutura física e a escassez de recursos humanos têm dificultado a integração da tecnologia no ambiente escolar” (HECK, 2017, p. 23).

Em pleno século XXI, o ensino da Física “é tratado como enciclopédico, resumindo-se a um aparato matemático que não leva à compreensão dos fenômenos físicos e, ainda, acaba por distanciar o interesse dos alunos pela disciplina” (SANTIAGO, 2007, p. 1).

O ingresso no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e, conseqüentemente, o desenvolvimento desta dissertação, é tido pela autora como um momento de crescimento profissional e pessoal.

Vinda de escola pública, a autora conhece bem a realidade dos indivíduos que compõem esse ambiente. Sendo assim, atualmente, como profissional da área, busca fazer a diferença na vida acadêmica e pessoal dos seus alunos. Por esta razão, nesta dissertação a mesma utiliza-se de diferentes metodologias e da contextualização dos conteúdos Físicos com o intuito de promover o protagonismo juvenil atrelado ao projeto de vida dos discentes.

O objetivo da presente dissertação é produzir um produto educacional que tenha a função de trabalhar o tema produção e consumo de energia elétrica. O produto apresenta ao leitor uma sequência didática formada por um conjunto de atividades que tem como finalidade promover o desenvolvimento cognitivo e o pensamento crítico perante o conceito trabalhado.

Apoiada nas concepções de Antoni Zabala (1998), a sequência didática proposta nesta dissertação tem como objetivo promover a discussão da temática “produção e consumo de energia elétrica”, de modo a favorecer a tomada de decisão e a criticidade dos alunos, desenvolvendo uma das competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas 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/ou global (BRASIL, 2017, p. 539).

No entanto, essa preocupação em abordar a temática produção e consumo de energia elétrica, não é exclusiva da BNCC, pois já se encontrava presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), ao apresentar em seu tema estruturador “Calor, ambiente e usos de energia”, a seguinte unidade temática: “Energia: produção para o uso”, que possibilita trabalhar-se as seguintes habilidades:

- Identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social.
- Identificar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando às escolhas ou análises de balanços energéticos.
- Acompanhar a evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionando-os ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida ao longo do tempo (BRASIL, 1999, p. 74).

Analisando o Currículo Paulista Etapa Ensino Médio do Estado de São Paulo (2020) e seus objetos de conhecimento, a escolha do tema produção e consumo de energia elétrica é justificada por sua capacidade de levantar dilemas sociais e ambientais, facilitando a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Com a escolha do tema, a sequência didática passou a ser elaborada com o intuito de estimular a reflexão e a ação crítica dos alunos, considerando que o objetivo central da educação CTSA é:

[...] desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS e MORTIMER, 2002, p. 114).

Definida a abordagem de ensino CTSA, a fundamentação teórico-pedagógica escolhida para aplicação da sequência didática foi a teoria histórico-cultural proposta por Vygotsky. Essa fundamentação teórica foi escolhida, pois entende que o desenvolvimento do indivíduo ocorre durante sua relação com o meio, ou seja, ao fazer parte do meio, o indivíduo acaba agindo sobre os fatores sociais, culturais e históricos, transformando-os em objeto de sua ação. Moreira (1999) afirma que para Vygotsky, “o único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige” (MOREIRA, 1999, p. 118). Durante a elaboração da sequência didática, houve o cuidado para que os alunos participassem de atividades relativas ao que Vygotsky denomina de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

O Currículo Paulista Etapa Ensino Médio (2020) traz a teoria histórico-cultural proposta por Vygotsky como uma facilitadora durante o processo de contextualização dos conteúdos.

A contextualização dos conteúdos com o cotidiano dos alunos é uma importante estratégia para a promoção de uma aprendizagem significativa, como demonstram as teorias interacionistas de Jean Piaget (1896-1980) e Lev Vygotsky (1896-1934), ao enfatizarem que a interação entre o organismo e o meio onde está inserido, na aquisição do conhecimento, é uma importante base para valorizar a busca de contextos significativos nos processos de ensino e aprendizagem (SÃO PAULO, 2020, p. 133).

Dessa forma, a presente dissertação analisou os efeitos da sequência didática quando aplicada a uma turma de terceira série do Ensino Médio da rede pública de ensino do Estado de São Paulo. O conjunto sequencial de atividades que foi apresentada à turma teve como intenção promover o entendimento conceitual e possibilitar a participação de alunos, rumo ao entendimento da negociação de sentidos. Para isso, utilizou-se das seguintes metodologias: júri simulado, estudos de caso, trabalhos com pequenos grupos, pesquisa, seminário, construção de mapas conceituais, dentre outras.

A aplicação da sequência didática, proposta por essa dissertação, pretende contribuir tanto para fins de pesquisa, quanto para os docentes que terão contato com o produto educacional com o intuito de cooperar para a formação cidadã dos alunos.

Capítulo 1

PRODUTO EDUCACIONAL: PRINCIPAIS FUNDAMENTOS

A tentação de estabelecer modelos e modos de ensino universais, exclusivamente a partir das interpretações provenientes de alguma teoria da aprendizagem, tem sido frequente ao longo deste século [...]. (Zabala, 2006, p.153)

Conforme descrito anteriormente, o produto educacional desenvolvido nesta dissertação é uma sequência didática. A partir de agora, serão apontados os principais fundamentos que serviram de referência para a construção da mesma. Nesse caso, pretende-se apresentar a importância do tema energia no ensino de ciências. Posteriormente, apresenta-se o entendimento conceitual de “sequência didática”, apoiando-se em Zabala (1998), e a fundamentação teórica de aprendizagem que orientou a reflexão acerca das atividades e das propostas metodológicas, a teoria histórico-cultural de Vygotsky. Por fim, contextualiza-se a educação CTSA.

1.1 A IMPORTÂNCIA DO TEMA ENERGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A temática energia vem ganhando destaque nos periódicos relacionados à área de ensino, em especial, na segunda década do século XXI. O número de artigos que envolvem esse assunto nos últimos anos é expressivo quando comparado com os resultados encontrados nas décadas anteriores.

A preocupação dos autores em como trabalhar a temática, principalmente, no ensino básico, é notória no material analisado para a realização da revisão bibliográfica desta

dissertação. Durante a revisão bibliográfica sobre o ensino de ciências com o enfoque CTSA, as formas de produção de energia elétrica estão entre os assuntos mais abordados nos periódicos de ensino-aprendizagem. Diferente do que foi encontrado nos periódicos, esta dissertação busca integrar os assuntos relacionados ao conceito energia, durante a aplicação da sequência didática em uma turma de terceira série do Ensino Médio.

A revisão bibliográfica de estudos relacionados com a temática ocorreu a partir da Plataforma Sucupira. A busca foi realizada em periódicos classificados como A1 e A2, da Área de Avaliação de ensino e, especificamente, com revistas brasileiras da área de ensino de ciências que possuem representatividade no meio acadêmico, em especial, com os professores de Física.

Durante as pesquisas junto aos periódicos selecionados, foi utilizado na busca a palavra *energia* e, como escopo, a palavra *título*. Assim, foram obtidos sessenta e seis artigos distribuídos nos seguintes periódicos: *Ciência & Educação* (4); *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências* (2); *Revista Brasileira de Ensino de Física* (35); *Alexandria* (3); *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (16); *Investigação em Ensino de Ciências* (4); e *Revista de Educação, Ciências e Matemática* (2).

Os resumos de cada uma das publicações encontradas foram analisados a fim de encontrar quais artigos apresentavam uma maior conexão com o objetivo principal desta dissertação, ou seja, a produção de uma sequência didática com foco CTSA para o ensino de produção e consumo de energia elétrica. Finalmente, dentro desse grupo, foram selecionados sete artigos que apresentaram características semelhantes às exibidas nesta dissertação.

Primeiramente, destaca-se o trabalho de Quinato e Rothberg (2016), que apresentam os resultados alcançados após o aperfeiçoamento das situações de aprendizagem, referentes ao tema “Entropia e Degradação da Energia”, presentes no Caderno do Professor e do Aluno para o Ensino de Física na 2ª série do Ensino Médio do Estado de São Paulo. O material didático aperfeiçoado faz referência ao PDE (Plano Decenal de Expansão de Energia 2020), o qual foi posto em consulta pública pelo Ministério de Minas e Energia, em 2011. A referência ao PDE visa promover uma formação para a cidadania com abordagens pedagógicas sustentadas pela perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

Entre as diversas temáticas de ciência e tecnologia presentes nos processos sociais de formulação de políticas públicas na atualidade, consideramos uma em particular como oportuna para o desenvolvimento de abordagens pedagógicas apropriadas ao enfoque CTS, relacionada a um conteúdo contemplado pelo currículo escolar das escolas paulistas de nível médio. Trata-se do tópico de produção e consumo de energia elétrica [...] (QUINATO e ROTHBERG, 2016, p. 184).

Os professores que participaram da pesquisa de Quinato e Rothberg (2016), aplicaram as situações de aprendizagem aperfeiçoadas por meio de textos, gráficos e novas discussões, retiradas do Balanço Energético Nacional e do PDE, em alunos da rede pública de ensino da região de Bauru (SP). Esses professores consideraram o material pertinente, porém, deixaram claro que o tempo disponível para a aplicação das situações de aprendizagem é curto, pois, na rede pública, os alunos contam com apenas duas aulas semanais de cinquenta minutos cada e a quantidade de conteúdo previsto no currículo é enorme para a série em questão. Duas principais dificuldades foram citadas pelos professores: a escassez de material pedagógico e a dificuldade de leitura e de interpretação de texto apresentada pelos alunos. Essa última poderia colocar em risco o processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, na docência, a formação profissional foi citada como um dificultador para uma utilização futura do material, pois os mesmos não foram preparados para um ensino de ciências com enfoque CTS, mas sim para um ensino onde o professor é o detentor do saber e onde a aula acaba seguindo um roteiro sem grandes surpresas.

Utilizando como fundamentação teórica os autores Vygotsky e Edgar Morin, Araújo e Formenton (2012), eles fundamentaram as suas ações pedagógicas no Ensino de Física numa perspectiva CTS durante o estudo da temática “Fontes de Energia Automotiva”. O objetivo foi desenvolver nos alunos uma visão mais nítida acerca dos impactos positivos e negativos causados pelo desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade e no meio ambiente.

É importante enfatizar que na visão de Vygotsky o desenvolvimento humano está associado à formação de conceitos e para isto ocorrer é preciso o exercício do pensamento. Esta formação de conceitos apoiada no pensamento está na base das ações que realizamos, onde analisamos as contribuições da abordagem temática para a formação de concepções vinculadas às relações CTS pelos alunos de um curso profissionalizante. Não se busca, portanto, a simples memorização de relações CTS, mas sim a efetivação de ações educativas capazes de proporcionar nos alunos a adoção de atitude cidadã, reflexiva e abrangente para assuntos envolvendo C&T, permitindo analisar suas influências na vida das pessoas. (ARAÚJO e FORMENTON, 2012, p. 38).

Araújo e Formenton (2012) propõem identificar as concepções iniciais dos alunos sobre algumas relações CTS por meio de um questionário para, então, iniciar uma sequência didática composta por diversas estratégias, entre elas: aulas expositivas, pesquisa em grupos, seminário, debate e experimentação. Por fim, mesmo diante a limitação de se utilizar um questionário final idêntico ao usado para identificar as concepções iniciais, os autores consideraram que, o mesmo, foi útil para identificar possíveis mudanças na compreensão dos estudantes. Com a análise dos questionários e as observações realizadas durante a aplicação da sequência didática,

os autores concluíram que os avanços obtidos durante a construção de novos conhecimentos atrelados ao ensino com enfoque CTS foram notórios.

O planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS é, também, o estudo criado por Cavalcanti *et al.* (2018). Nele, os autores, buscam relacionar os pressupostos CTS com os aspectos epistêmicos e pedagógicos da sequência didática, abordando os aspectos da Química e da Física, relacionados ao processo de produção e armazenamento de energia elétrica. No que se refere aos aspectos epistêmicos, a sequência didática considerou a dificuldade do conceito energia elétrica nas disciplinas de Física e de Química durante o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, considerou a relação do conceito com o ambiente em que os estudantes estão inseridos, com o intuito de aproximá-los do conhecimento científico e de favorecer a formação para a cidadania. Por outro lado, as potencialidades dos recursos e as estratégias de ensino foram abordadas durante a descrição dos aspectos pedagógicos. Embora o artigo apresente um planejamento de uma sequência didática, os autores concluem que, ao levar em consideração os aspectos epistêmicos e pedagógicos, contribui-se para um ensino alternativo, proporcionando ao professor uma melhor percepção do que é ensinado, além de explorar conceitos científicos que fazem parte do cotidiano dos alunos.

A dificuldade de ensinar e aprender o conceito energia no ensino de Ciências é algo que é retratado no trabalho de Barbosa e Borges (2006). Os autores apresentam os modelos iniciais de energia aos estudantes da primeira série do Ensino Médio de uma escola da Rede Municipal de Belo Horizonte (MG). Durante a pesquisa, os alunos foram estimulados a explicitar e reformular seus modelos sobre o conceito.

Esse trabalho de Barbosa e Borges (2006) relata a primeira parte de um projeto mais amplo, que tem como objetivo caracterizar os modelos iniciais dos alunos perante ao conceito energia. Os resultados mostraram que, diante de situações diferentes, onde o intuito era identificar a existência ou não de energia, os alunos deram pouca importância ao conhecimento científico e apresentaram respostas baseadas em saberes cotidianos. A solução dos autores para que os alunos disponham de modelos mentais mais consistentes, parte do desenvolvimento de competências iniciais simples ainda nos primeiros anos escolares, a fim de se alcançar situações complexas no Ensino Médio.

As concepções de energia de senso comum como essas, que podem interferir durante o processo de ensino e aprendizagem, foi o tema central do trabalho desenvolvido por Assis e Teixeira (2003). Nele, os autores afirmam que as concepções de energia de senso comum são similares e, geralmente, estão relacionadas ao movimento ou compreendidas como sinônimo de força.

A utilização de textos alternativos é apresentada por Assis e Teixeira (2003) como uma possibilidade de compreensão mais globalizada do conceito de energia, além de contribuir para a formação de um cidadão mais crítico. Para os autores, o processo histórico evolutivo deve acontecer antes da formalização matemática. Isso evita, ainda segundo os autores, que o conhecimento seja transmitido de forma fragmentada, que, por sua vez, contribui para discussões com enfoque CTS.

A análise dos argumentos produzidos por alunos da primeira série do Ensino Médio de uma escola pública do Estado de São Paulo sobre o tema “Energia: produção, usos e impactos ambientais” foi o objeto de estudo de Galvão *et al.* (2018). Na primeira etapa da pesquisa, a professora-pesquisadora, após apresentar aos alunos durante as aulas de Física os conceitos básicos sobre a temática energia, realizou um debate com objetivo de levantar suas concepções iniciais sobre as formas, produção e consumo de energia. Na segunda etapa da pesquisa, os alunos foram divididos em grupos a fim de promover uma discussão entre os pares em torno da temática: “Energia: produção, usos e impactos ambientais”, tendo a professora o papel de mediadora. Das discussões, surgiram subtemas escolhidos pelos alunos e depois apresentados para os demais durante a realização de seminários. Os resultados apresentados por Galvão *et al.* (2018) mostraram que atividades com foco na Educação Ambiental, desenvolvidas com o intuito de promover ações sociointerativas do ponto de vista Vigotskiano, favoreceram à participação ativa dos alunos nas atividades, gerando a construção de argumentos com maior enfoque crítico.

Um dos fatores que contribuíram para a construção de argumentos foi o processo interativo desencadeado durante a execução das atividades, momento em que a professora-pesquisadora atuou com a função de mediadora, propiciando momentos de discussões, reflexões e tomadas de decisões pelos alunos. (GALVÃO *et al.*, 2018, p. 989).

A investigação dos interesses dos estudantes, suas realidades e o levantamento das concepções prévias relacionadas ao conceito energia foi o ponto de partida do trabalho desenvolvido por Gomes e Garcia (2014). No que se refere ao levantamento das concepções iniciais, a pesquisa mostrou que a maioria dos alunos associam o conceito energia ao movimento e força, além de considerá-la como algo presente nos seres vivos e que sua ausência tornaria a vida desconfortável.

Após este estudo inicial, Gomes e Garcia (2014) aplicaram, em duas turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA), um conjunto de atividades didáticas potencialmente significativas com o objetivo de promover a evolução do conceito de energia de forma

interdisciplinar. Após a análise do questionário final, foi possível observar uma evolução conceitual: os alunos foram capazes de superar a ideia inicial de que o conceito de energia está associado somente ao movimento e à vida. Vale ressaltar que, o estudo utiliza duas perspectivas de abordagem temática: as ideias de Freire, em especial quando se propõem a determinação do perfil socioeducacional dos educandos e seus interesses; e o enfoque CTSA, estimulando os estudantes a refletir sobre a realidade social de forma crítica.

1.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática proposta nesta dissertação utiliza os princípios da concepção construtivista durante o processo de ensino-aprendizagem do tema “produção e consumo de energia elétrica”, tendo claro que a aprendizagem é construída de forma individual e que a interação social é extremamente importante durante a aprendizagem de uma unidade didática.

Ao selecionar as atividades que compõem a sequência, evitou-se trabalhar apenas com o conteúdo em si na sua forma conceitual. Foram aplicadas estratégias didáticas que promovessem uma aprendizagem significativa e contextualizada, tornando-a mais atraente ao seu público alvo. Para isso, as concepções de Antoni Zabala (1998) serviram de base para a construção e aplicação desta sequência didática. Segundo o autor,

as sequências de atividades de ensino/aprendizagem, ou, sequências didáticas, são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Assim, pois, poderemos analisar as diferentes formas de intervenção segundo as atividades que se realizam e, principalmente, pelo sentido que adquirem quanto a uma sequência orientada para a realização de determinados objetivos educativos. As sequências podem indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos e, portanto, avaliar a pertinência ou não de cada uma delas, a falta de outras ou a ênfase que devemos lhes atribuir. (ZABALA, 1998, p. 20).

Para Zabala (1998), as diferentes atividades e a maneira como se articulam, determinam a especificidade de uma proposta didática. Ao se trabalhar um tema, cada professor tem seus referenciais de como se aprende e ensina. Isso promove intervenções diferentes. Pensando nisso, a sequência didática desenvolvida não deve ser entendida como um modelo acabado, mas sim como uma sequência que apresenta tanto aspectos positivos como carências, já que foi pensada para um público específico e em suas necessidades educacionais.

Pensando em desenvolver o maior grau de significado, as atividades que compõem a sequência didática contam com a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Para Zabala (1998), a discriminação desse tipo de conteúdo é válida já que tende a melhorar a compreensão do que acontece em sala de aula.

Nesta dissertação, o principal conteúdo conceitual é a produção e o consumo de energia elétrica. Para promover sua aprendizagem foram estabelecidas relações entre o novo conteúdo e os conhecimentos prévios apresentados pelos alunos, pois, entende-se que a aprendizagem do conteúdo conceitual requer “estratégias didáticas que promovam uma ampla atividade cognoscitiva do aluno” (ZABALA, 2006, p. 168).

Zabala define o conteúdo procedimental como o “conjunto de ações ordenadas destinadas à consecução de um fim” (ZABALA, 2006, p. 168), onde se pode citar as estratégias didáticas escolhidas, dentre elas, o levantamento dos conhecimentos prévios, estudo de casos, seminário, júri simulado e construção de mapas conceituais.

A forma como as atividades são propostas interfere diretamente no desenvolvimento de conteúdos atitudinais, cabendo ao professor propor atividades que promovam a cooperação, tolerância e solidariedade. Zabala (2006) afirma que:

[...] Numa intenção evidentemente simplificadora de caracterizar em poucas palavras o tipo de atividades mais apropriadas para a aprendizagem dos conteúdos atitudinais, poderíamos considerar que se distinguem por serem aquelas atividades experienciais em que de uma forma clara são estabelecidos vínculos afetivos. (ZABALA, 2006, p. 170).

Durante a criação da sequência didática e sua aplicação, houve a preocupação em se trabalhar com os conteúdos atitudinais, em especial, nos momentos de interação entre os alunos e entre eles e a professora-pesquisadora. Isso promoveu um clima de convivência e, conseqüentemente, aprendizagem dos conteúdos.

O processo de avaliação, segundo Zabala (2006), deve ser integrado ao desenvolvimento do conceito, pois, entende-se que ao realizar a observação contínua, a ajuda chegará ao aluno o quanto antes, facilitando o processo de ensino-aprendizagem do conceito. O autor afirma que:

a integração entre o processo de ensino e o de avaliação exige a utilização de formas de ensino totalmente abertas, nas quais as próprias atividades, a organização grupal e as relações entre professor e aluno permitam um conhecimento constante do grau de aproveitamento do trabalho realizado. (ZABALA, 2006, p. 194).

1.3 REFERENCIAL TEÓRICO DE ENSINO APRENDIZAGEM: ABORDAGEM VYGOTKIANA.

O referencial teórico apresentado nesta dissertação, que foi utilizado como orientação para o desenvolvimento da sequência didática, foram algumas considerações da teoria histórico-cultural de Vygotsky. A ênfase central da teoria de Vygotsky faz com que haja a compreensão de como a cultura e a interação social estão envolvidas no desenvolvimento cognitivo, enfatizando as forças externas sobre o indivíduo, porque acredita que as forças da cultura modelam o funcionamento mental humano:

Por isso, os animais são incapazes de aprendizado no sentido humano do termo; o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam. (VYGOTSKI, 2007, p. 100).

Lev Semionovich Vygotsky nasceu em 1896, na cidade de Orsha, na Bielorrússia. Em 1913, completou o primeiro grau, na cidade de Gomel. Vygotsky graduou-se na Universidade de Moscou, em 1917, com especialização em literatura. Entre os anos de 1917 e 1923, lecionou literatura e psicologia em uma escola em Gomel; no mesmo período, fundou a revista literária *Verask*, onde publicou a sua primeira pesquisa em literatura intitulada *A psicologia da arte*.

Em 1924, Vygotsky mudou-se para Moscou, onde se tornou colaborador do Instituto de Psicologia. Durante os anos de 1924 e 1934 (ano de sua morte), Vygotsky reuniu em torno de si um grupo de colaboradores. Juntos, eles se tornaram pioneiros nas pesquisas e nas ideias sobre o desenvolvimento psicológico e educação.

Moreira (1999) destaca que o forte predomínio Behaviorista em tempos passados e recentemente o Piagetiano, fizeram com que apenas agora a teoria histórico-cultural de Vygotsky – teoria que defende que o desenvolvimento humano se dá na relação do indivíduo com a natureza e da natureza com o indivíduo –, começasse a ser utilizada como referencial para o ensino e a aprendizagem.

A teoria histórico-cultural de Vygotsky parte da premissa de que o desenvolvimento cognitivo não ocorre independente do contexto social, histórico e cultural. Para Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo surge da conversão das relações sociais em funções mentais, sendo essa conversão mediada. Para Oliveira (1997), os pensamentos de Vygotsky são divididos em três ideias centrais:

as funções psicológicas têm um suporte biológico pois são produtos da atividade cerebral; o funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais desenvolvem-se num processo histórico; a relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos (OLIVEIRA, 1997, p. 23).

A mediação simbólica é um dos conceitos centrais dentro da teoria histórico-cultural de Vygotsky. Ao considerar que a relação do homem com o mundo não acontece de forma direta, sendo essa mediada. Para isso, o ser humano utiliza-se de dois tipos de mediadores: os signos e os instrumentos.

O instrumento “é um elemento interposto entre o trabalho e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza. O machado, por exemplo, corta mais e melhor que a mão humana” (OLIVEIRA, 1997, p. 29). Portanto, os instrumentos são considerados objetos sociais mediadores da relação do homem com o mundo.

Já os signos facilitam os processos psicológicos ao “auxiliar o homem em tarefas que exigem memória ou atenção” (OLIVEIRA, 1997, p. 30). Entre os exemplos de signos, têm-se: a criação de agenda de compromissos, a utilização de pedras na contagem de animais, a utilização de mapas de localização, dentre outros; sendo que todos possuem a finalidade de auxiliar a memória do ser humano.

Vygotsky considera a linguagem o signo mais importante para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, já que é por meio da linguagem que o homem pode se apropriar das aquisições históricas da humanidade. Portanto, para se apropriar da ciência, é preciso apropriar-se da sua linguagem. Assim, os processos comunicativos e suas influências sobre o desenvolvimento intelectual dos alunos foram alvo de atenção, pois

[...] a transmissão racional e intencional de experiência e pensamento a outros requer um sistema mediador, cujo protótipo é a fala humana, oriunda da necessidade de intercâmbio durante o trabalho. (VYGOTSKI, 2008, p. 7).

Outro aspecto importante da teoria de Vygotsky é a relação entre conceitos espontâneos e conceitos científicos. Para Vygotsky, os conceitos científicos são aqueles aprendidos na educação formal, enquanto os conceitos espontâneos são aqueles que têm origem na aprendizagem informal. Veja:

A relação dos conceitos científicos com a experiência pessoal da criança é diferente da relação dos conceitos espontâneos. Eles surgem e se constituem no processo de aprendizagem escolar por via inteiramente diferente que no

processo de experiência pessoal da criança. As motivações internas, que levam a criança a formar conceitos científicos, também são inteiramente distintas daquelas que levam o pensamento infantil à formação de conceitos espontâneos. Outras tarefas surgem diante do pensamento da criança no processo de assimilação dos conceitos na escola, mesmo quando o pensamento está entregue a si mesmo. [...] considerações igualmente empíricas nos levam a reconhecer que a força e a fraqueza dos conceitos espontâneos e científicos no aluno escolar são inteiramente diversas: naquilo em que os conceitos científicos são fortes os espontâneos são fracos, e vice-versa, a força dos conceitos espontâneos acaba sendo a fraqueza dos científicos. (VYGOTSKI, 2009, p. 263).

Os conceitos espontâneos fornecem embasamento para iniciar a formação dos conceitos científicos, já que a assimilação do novo conceito depende da estrutura conceitual construída anteriormente. Portanto, espera-se que os conceitos científicos exerçam uma ação transformadora junto aos conceitos espontâneos.

Outro elemento extremamente conhecido na teoria histórico-cultural de Vygotsky é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). De acordo com a noção de Vygotsky da ZDP, essa pode ser definida como o que o indivíduo consegue fazer inicialmente com a ajuda de outro mais capaz, e, no futuro, o que ele faz de forma independente. Para Vygotsky, a ZDP encontra-se entre o nível de desenvolvimento real, ou seja, as funções amadurecidas e o seu nível de desenvolvimento potencial. O último, é caracterizado pela possibilidade da solução de problemas sob orientação ou colaboração de outro indivíduo mais capaz, ou seja, que já possua as funções amadurecidas para a solução de tais problemas.

A ZDP é dinâmica, pois a função não amadurecida hoje pode ser o nível de desenvolvimento real de amanhã. Portanto, é tarefa do professor cuidar para que os alunos participem de atividades relativas a essa zona de desenvolvimento.

A zona de desenvolvimento proximal provê psicólogos e educadores de um instrumento através do qual se pode entender o curso interno do desenvolvimento. Usando esse método podemos dar conta não somente dos ciclos e processos de maturação que já foram completados, como também daqueles processos que estão em estado de formação, ou seja, que estão apenas começando a amadurecer e a se desenvolver. Assim, a zona de desenvolvimento proximal permite-nos delinear o futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, como também àquilo que está em processo de maturação. (VYGOTSKI, 2007, p. 98).

Assim como Vygotsky, Zabala (2006) afirma que a aprendizagem só acontece com a ajuda recebida de outras pessoas. O autor afirma ainda que o outro mais experiente acaba detectando um conflito inicial entre o que se sabe e o que se deve saber. Tal fato contribui para

que o outro menos capaz se sinta confiante e com vontade de resolver as atividades propostas, pois acaba colocando o novo conteúdo em outro patamar, fazendo com que ele passe a ser visto como algo interessante ou até mesmo como um desafio. Zabala (2006) afirma:

Embora a concepção construtivista não prescreva uma metodologia concreta, sua essência é contrária a propostas homogeneizadoras do ensino, porque parte do princípio da diversidade. Sua essência também é contrária a propostas nas quais o aluno mais reage do que atua, segue mais do que constrói. Pelas mesmas razões, cabem nessa concepção todas aquelas metodologias que se baseiam na atividade conjunta entre alunos e professor, que têm seu fundamento no conceito de zona de desenvolvimento proximal; portanto, que veem o ensino como um processo de construção compartilhada de significados orientados para a autonomia do aluno. (ZABALA, 2006, p. 184).

Vygotsky destaca a importância do papel da imitação no processo de aprendizagem, afirmando que o indivíduo só é capaz de imitar o que está em seu nível de desenvolvimento. Coloca em xeque o uso de testes que avaliam o desenvolvimento cognitivo considerando apenas o que o indivíduo consegue solucionar sem a assistência de outros. Acredita que a aplicação de testes como esses acabam por orientar o aprendizado em direção ao desenvolvimento já construído, ou seja, cujas funções já estão amadurecidas no indivíduo, fazendo parte portanto de seu nível de desenvolvimento real.

O aprendizado orientado para os níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança. Ele não se dirige para um novo estágio do processo de desenvolvimento, mas, em vez disso, vai a reboque desse processo. Assim, a noção de zona de desenvolvimento proximal capacita-nos a propor uma nova fórmula, a de que o “bom aprendizado” é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento. (VYGOTSKI, 2007, p. 102).

Coube à sequência didática construída promover o desenvolvimento cognitivo da maior parte da turma de forma adequada, utilizando-se, para isso, a teoria histórico-cultural de Vygotsky durante sua fundamentação e seu desenvolvimento.

1.4 EDUCAÇÃO CTSA

Ao mesmo tempo que causava enorme destruição, a Segunda Guerra Mundial promoveu inúmeros avanços tecnológicos e científicos, como, por exemplo, a produção e recepção de ondas sonoras e eletromagnéticas e a energia nuclear, que foram os ramos que apresentaram

um desenvolvimento mais acentuado. Contudo, no pós-guerra, iniciaram-se as primeiras discussões acerca do impacto exacerbado da ciência e da tecnologia, acarretando a necessidade de regularizar, fiscalizar e administrar os efeitos desse crescimento. De acordo com Auler e Bazzo (2001),

[...] após uma euforia inicial com os resultados do avanço científico e tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970, a degradação ambiental, bem como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra (as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante) fizeram com que a ciência e a tecnologia (C&T) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. (AULER e BAZZO, 2001, p.1)

O movimento social CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) surgiu na década de 60, tendo como objetivo promover o uso controlado da ciência e da tecnologia em prol do ser humano. Por dar ênfase ao ambiente, alguns autores passaram a utilizar o acrônimo CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) com o intuito de discutir as interrelações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e seu meio ambiente.

O movimento CTSA ganhou força e acabou ultrapassando os campos políticos e sociais, chegando na educação na década 70, por considerar a escola um local de construção de conhecimento e por ter condições de promover o diálogo e a criticidade. Segundo Santos e Mortimer (2002), o currículo escolar com enfoque CTSA surgiu em “decorrência da necessidade de formar o cidadão em ciências e tecnologia, o que não vinha sendo alcançado adequadamente pelo ensino convencional de ciências” (SANTOS e MORTIMER, 2002, p. 113).

A educação CTSA não deve ser classificada como uma metodologia de ensino, mas sim como uma abordagem ou enfoque que utiliza de diferentes estratégias de ensino com o intuito de preparar o aluno para o exercício da cidadania. Dentro desta abordagem, o professor não é o detentor do conhecimento e o aluno deixa seu papel passivo do ensino tradicional, passando a desenvolver o seu senso crítico fundamentado no conhecimento científico.

As disciplinas que compõem a área das ciências da natureza (como Ciências, Biologia, Química e Física), por estarem conectadas à ciência e à tecnologia são as que apresentam as maiores experiências didáticas, porém, é claro que qualquer disciplina que compõe a grade curricular pode se utilizar desse enfoque. De acordo com Santos e Mortimer (2002), temas como: exploração mineral; ocupação humana e poluição ambiental; destino do lixo e o impacto sobre o ambiente; controle de qualidade dos produtos químicos; produção de alimentos e a fome; o desenvolvimento da agroindústria e a distribuição de terra no meio rural; o processo de

desenvolvimento industrial brasileiro; as fontes energéticas no Brasil; e a preservação ambiental; poderiam ser abordados no contexto brasileiro.

O processo de ensino-aprendizagem com enfoque CTSA necessita de estratégias didáticas diferenciadas como as citadas por Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988): palestras, demonstrações, sessões de discussão, solução de problemas, jogos de simulação e desempenho de papéis, fóruns e debates, projetos individuais e de grupo, redação de cartas a autoridades, pesquisa de campo e ação comunitária.

A BNCC, em sua primeira competência geral da educação básica, deixa explícita a necessidade de se realizar uma educação CTSA que seja capaz de trazer aos alunos a fundamentação teórica-científica necessária para que eles tenham condições de discernir politicamente o campo científico-tecnológico. Na segunda competência geral, a BNCC também apresenta referências ao ensino CTSA ao deixar em evidência a necessidade de criar momentos para a pesquisa. O intuito é de que o aluno levante argumentos estruturados favoráveis ou contrários à temática social abordada em sala de aula.

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. 2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017, p. 9)

Assim como a BNCC, o Currículo do Estado de São Paulo de Física, coloca em destaque a necessidade de promover um conhecimento especializado no intuito de desenvolver no indivíduo a capacidade de compreender o cenário contemporâneo e nele intervir.

O conhecimento científico desenvolvido na escola média deve estar voltado para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com os instrumentos para compreender a realidade, intervir nela e dela participar. Hoje, diferentemente do que se vivia em um passado não muito remoto, a produção, os serviços e a vida social em geral são pautados pelo resultado da relação entre ciência e tecnologia. (SÃO PAULO, 2010, p. 96)

Apesar de estar presente nos principais documentos oficiais nacionais, a abordagem CTSA encontra obstáculos para a sua implantação no contexto escolar. Auler e Bazzo (2001) apresentam alguns desses problemas e desafios:

[...] formação disciplinar dos professores incompatível com a perspectiva interdisciplinar presente no movimento CTS; compreensão dos professores sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade; não contemplação do enfoque CTS nos exames de seleção; formas e modalidades de implementação; produção de material didático-pedagógico; e redefinição de conteúdos programáticos. (AULER e BAZZO, 2001, p.2)

Os problemas e desafios apresentados por Auler e Bazzo (2001) devem ser encarados como obstáculos a serem superados na busca de um propósito maior, que é a formação para cidadania e a criação de uma sociedade justa. Sabe-se que a abordagem CTSA, em sua forma integral, é complexa, pois, trata-se de uma educação interdisciplinar que não apresenta divisões de série/ano e de disciplinas, como se encontra hoje nos currículos da educação básica nacional. Apesar disso, é possível se orientar a partir dessa perspectiva, dialogando com elementos gerais da mesma. Foi exatamente isso o que se buscou durante a criação e a aplicação da sequência didática presente nesta dissertação.

A sequência didática abordou junto aos alunos a temática social “produção e consumo de energia elétrica”, presente no Currículo de Física do Estado de São Paulo para o 3ª Série do Ensino Médio. O tema escolhido acabou levando a uma abordagem CTSA que, combinada com estratégias didáticas, tais, como: pesquisas, seminário, debates, estudos de casos e júri simulado no formato de audiência pública; facilitaram o processo de ensino-aprendizado do conteúdo em questão.

A utilização de estratégias como o estudo de caso e o júri simulado são apresentadas por Brito e Sá (2010) como “adequadas para estimular a argumentação dos alunos frente a uma situação controversa, além de favorecer a aprendizagem de conceitos relacionados ao tema” (BRITO e SÁ, 2010, p. 522). Ricardo (2007) afirma que o conhecimento técnico é “vital para contrapor dados” (RICARDO, 2007, p. 7) e cita a lei ambiental brasileira, que se utiliza de audiências públicas quando uma obra passa a intervir no meio ambiente. As estratégias de ensino que integram a sequência didática, utilizaram-se da fundamentação teórica para desenvolver nos alunos a criticidade sem perder de vista os saberes teóricos por trás da temática social.

Capítulo 2

ENERGIA

O conceito de Energia é de extrema importância ao aprendizado das Ciências e seu caráter unificador torna-o potente e frutífero para balizar, unir e inter-relacionar diferentes conteúdos de Ciências. É um conceito bastante complexo e, segundo pesquisas diversas sobre concepções alternativas, é frequentemente compreendido de maneira reducionista, atrelado a um único ou poucos fenômenos. (Jacques et al., 2010, p.3)

O termo energia surge no dia a dia nas mais diversas situações e, em muitos casos, sem o devido rigor científico. Como exemplos, diz-se “Estou muito cansada e sem energia”; “Acabou a energia aqui em casa”; “Estou sem energia, preciso me alimentar” etc. As diversas utilizações do conceito energia deixam evidente sua importância, mesmo não se podendo vê-la ou tocá-la.

Apesar de muito presente no cotidiano, a forma ampliada como o conceito energia é apresentado dificulta a sua compreensão. Sua observação só é possível quando uma de suas formas é transformada em outra(s). Diversas são as formas que a energia pode se apresentar, entre elas, térmica, cinética, potencial gravitacional e elástica, elétrica, luminosa, nuclear etc. Em sistemas fechados, a soma de todos os tipos de energia permanece constante. Na Física, a conservação de energia é um princípio fundamental.

A história por trás da lei de conservação da energia é repleta de personagens emblemáticos, dentre eles, Julius Robert Mayer e James Prescott Joule. Mayer foi um médico alemão que, após uma viagem a trabalho, observou “diferença entre a cor do sangue venoso observado em europeus nos trópicos e de europeus na Europa” (MARTINS, 1984, p. 65). Tal fenômeno chamou a atenção de Mayer, que passou a estudar suas causas chegando à seguinte conclusão: “o calor produzido mecanicamente pelo organismo deve manter uma relação quantitativa invariável para com o trabalho gasto em sua produção” (MAYER, 1842, p. 499).

Em 1842, Mayer publica na revista *Annalen der Chemie und Pharmacie* seu primeiro artigo, onde propõem como forma de energia o calor e o trabalho mecânico e apresenta pela primeira vez o equivalente mecânico do calor.

[...] Mayer procura estabelecer que o calor produzido pelo atrito de dois sólidos é proporcional ao trabalho mecânico utilizado; sugere que nas máquinas a vapor há uma conversão de calor em trabalho; e calcula, a partir das propriedades dos gases, o valor do equivalente mecânico do calor, chegando a um valor numérico que pode ser expresso como: $1 \text{ cal} = 3,6 \text{ J}$. Mayer não tenta explicar o calor como uma forma de movimento, mas adota uma concepção muito mais geral: ele admite que o calor, o movimento (energia cinética) e a força de queda (energia potencial) são diferentes formas de uma mesma coisa, mas que essa coisa- a “força”, em abstrato- não é propriamente nenhuma dessas três coisa (MARTINS, 1984, p. 67).

Em 1843, Joule pública seu primeiro trabalho relacionado à conservação de energia, onde afirma estar “seguro de que os agentes da natureza são indestrutíveis pelo fiat do Criador; e que quando se gasta poder mecânico, obtém-se sempre um calor exatamente equivalente” (JOULE, 1843, p. 442). No ano de 1847, Joule publica um novo artigo e, com resultados mais consistentes, acabou conquistando o apoio de cientistas de prestígio da época, entre eles, William Thomson (Lord Kelvin).

De acordo com Figueiredo e Pietrocola (2000), a história da ciência propõe o surgimento da lei da conservação da energia como um caso de descoberta simultânea realizada por uma dúzia de cientistas independentes.

A ideia da conservação da energia não foi obra de uma única pessoa nem fruto de trabalhos em uma área determinada da Ciência. Foi uma conquista do intelecto humano que se estendeu por séculos (FIGUEIREDO e PIETROCOLA, 2000, p. 59).

2.1 A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

Após o surgimento do Princípio da Conservação da Energia, em meados do século XIX, esse conceito passou a ser ligado ao desenvolvimento das máquinas térmicas. O calor que, até então, era tido “como um fluido invisível denominado calórico, que fluía como água de objetos quentes para objetos frios” (HEWITT, 2002, p. 314), passou gradualmente a ser encarrado como energia em trânsito.

Com a inclusão do calor como uma forma de energia, o Princípio da Conservação da Energia passou a ser chamado de Primeira Lei da Termodinâmica, que, quando enunciada de forma geral, tem-se a seguinte explicação: “Quando flui calor para um sistema ou para fora dele, o sistema ganha ou perde uma quantidade de energia igual à quantidade de calor transferido” (HEWITT, 2002, p. 314).

A energia recebida pelo sistema pode ser usada para aumentar sua energia interna ou para realizar trabalho. Portanto, ao fornecer energia a uma máquina a vapor, pode ser percebido que o aumento de sua energia interna somado ao trabalho realizado será igual à energia inicialmente fornecida, tornando o processo compatível com a Primeira Lei da Termodinâmica.

“No entanto, a experiência mostra que os processos observados na escala macroscópica tendem a ocorrer num só sentido, ou seja, são irreversíveis” (NUSSENZVEIG, 2004, p. 205).

Um dos exemplos citados por Nussenzveig (2004) é:

Fala-se muito, em nossos dias, da crise de energia, e são feitas campanhas no sentido de “conservar” (economizar, não desperdiçar) a energia. Se a energia sempre se conserva, que sentido tem isso? (NUSSENZVEIG, 2004, p. 205).

A energia não desaparece, porém, pode ficar escassa. “Nas diversas transformações pelas quais a energia passa, existe um processo contínuo de degradação” (FIGUEIREDO e PIETROCOLA, 2000, p. 52). Durante o processo de transformação, as eficiências obtidas não serão idênticas. Por exemplo, é possível transformar “100% da energia cinética em energia térmica (calor). O mesmo não acontece com a ordem inversa. No início do século XIX, Carnot deixou isso claro” (FIGUEIREDO e PIETROCOLA, 2000, p. 52).

Em 1824, Carnot “mostrou que a máxima fração da energia fornecida que pode ser convertida em trabalho útil, mesmo sob condições ideais, depende da diferença de temperatura entre o reservatório quente e o escoadouro frio” (HEWITT, 2002, p. 320). A equação de Carnot pode ser escrita como:

$$\text{Rendimento ideal} = \frac{T_{\text{quente}} - T_{\text{fria}}}{T_{\text{quente}}} \quad (2.1)$$

onde T_{quente} é a temperatura do reservatório quente e T_{fria} a temperatura do escoadouro.

Enquanto a Primeira Lei da Termodinâmica apresenta a energia como algo conservado, a Segunda Lei da Termodinâmica assegura que a energia térmica jamais flui espontaneamente de um objeto frio para outro quente, além de acrescentar “que a forma que a energia assume nas diversas transformações de que participa acaba se “deteriorando” em formas menos úteis de energia” (HEWITT, 2002, p. 320).

A deterioração da energia quando transformada explica a necessidade de campanhas de combate ao desperdício, além da busca de fontes renováveis de energia que apresentem maior eficiência.

2.1.1 A Conservação da Energia Mecânica

A geração de energia está intimamente ligada ao Princípio da Conservação da Energia, uma vez que os processos de geração envolvem a transformação em um tipo de energia em outro. Com o propósito de iniciar a discussão acerca desse assunto, pode-se partir da Conservação da Energia Mecânica para depois generalizar. Outro objetivo dessa discussão inicial é a sua utilização na aplicação da sequência didática.

A fim de simplificar a notação, pode-se tratar o problema em apenas uma dimensão, ao longo do eixo x , por exemplo. Assim, a segunda lei de Newton aplicada para o caso de uma partícula de massa m e componente de velocidade v ao longo do eixo mencionado (ou seja, uma partícula com momento linear $p = mv$) é dada por

$$\frac{dp}{dt} = F \quad (2.2)$$

Multiplicando a equação por dt e integrando no intervalo de t_1 e t_2 ,

$$p_2 - p_1 = \int_{t_1}^{t_2} F dt \quad (2.3)$$

O lado esquerdo da equação é a variação do momento linear entre os dois instantes, enquanto o lado direito é o impulso.

A equação (2.2) pode ser escrita como

$$\frac{d}{dt}(mv) = F$$

Multiplicando a equação acima por v e considerando a massa constante no tempo, pode-se escrever

$$mv \frac{dv}{dt} = Fv$$

ou

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} mv^2 \right) = Fv$$

Definindo a **Energia Cinética** como

$$T = \frac{1}{2} mv^2 \quad (2.4)$$

Então

$$\frac{dT}{dt} = Fv \quad (2.5)$$

Novamente multiplicando por dt e integrando,

$$T_2 - T_1 = \int_{t_1}^{t_2} F v dt \quad (2.6)$$

Agora, pode-se especificar a equação (2.6) para o caso na qual F é **Conservativa** e depende apenas da variável x : como $v = \frac{dx}{dt}$, então

$$T_2 - T_1 = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx \quad (2.7)$$

A equação (2.6) é o chamado **Teorema do Trabalho-Energia Cinética**: a variação da energia cinética no intervalo t_1 e t_2 (lado esquerdo) é igual ao **Trabalho** da força $F(x)$, que atua na partícula no intervalo entre x_1 e x_2 . Através de (2.7), fica claro que, para forças conservativas, o trabalho depende apenas dos pontos final e inicial, ou seja, para qualquer percurso fechado, é nulo:

$$\oint F(x) dx = 0 \quad (2.8)$$

Nesse caso, pode-se definir uma função escalar $V(x)$ chamada **Energia Potencial**, como o trabalho que a força realiza sobre a partícula desde um ponto qualquer, x , até um ponto de referência, x_s :

$$V(x) = \int_x^{x_s} F(x) dx = - \int_{x_s}^x F(x) dx \quad (2.9)$$

Desta forma, o teorema do trabalho energia-cinética para uma partícula que vai do ponto x ao ponto x_0 , é dado por

$$\int_{x_0}^x F(x) dx = T - T_0$$

Ou

$$\int_{x_0}^x F(x) dx = \int_{x_s}^x F(x) dx - \int_{x_s}^{x_0} F(x) dx = -V(x) + V(x_0) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}m v_0^2$$

Ou seja,

$$V(x) + \frac{1}{2}mv^2 = V(x_0) + \frac{1}{2}m v_0^2 \quad (2.10)$$

Então, a **Energia Mecânica**, E , é conservada

$$E = V(x) + \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.11)$$

O resultado acima somente é válido para forças conservativas. Na presença de forças não-conservativas, como é o caso da força de atrito, a energia é parcialmente dissipada. Como explica Marques e Ueta (2007):

[...] No caso da força de atrito não existe conservação da energia mecânica porque essa energia é parcialmente dissipada. Parte dela é transformada em calor. Um dos resultados do atrito é produzir aquecimento entre as superfícies em contato. A energia total, isto é, a energia mecânica mais a energia térmica, se conserva desde que não haja perda de calor para o exterior. (MARQUES e UETA, 2007)

2.2 ENERGIA E SUAS FONTES

O princípio de conservação de energia, na sua forma mais geral, estabelece que não apenas a energia mecânica se conserva, mas a energia total. Porém, apesar de a energia utilizada no dia a dia não desaparecer, ela pode ficar escassa (isso é o que acontece com a energia elétrica que chega nos lares brasileiros). Isso ocorre porque a segunda lei da Termodinâmica determina que nem toda a energia transformada pode ser utilizada como trabalho útil.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia, 65,2% da energia elétrica produzida no país provém de usinas hidrelétricas (EPE, 2017). A geração de energia elétrica nessas usinas depende basicamente da água represada, que é utilizada para movimentar geradores eletromagnéticos para produzir corrente elétrica. Durante a queda d'água, a energia potencial gravitacional é transformada em cinética, a qual o gerador transforma em energia elétrica.

As usinas hidrelétricas dependem da água das chuvas para manter os níveis de suas represas. Esse bem tão precioso para humanidade só existe graças ao Sol – fonte de, praticamente, toda a energia contida na Terra. Para que a chuva chegue às represas, as ondas eletromagnéticas enviadas pelo Sol à Terra produzem a evaporação da água na superfície terrestre, presente em rios, lagos, oceanos etc. O resultado da evaporação provocada pela radiação solar na forma de calor é a chuva, que permite a produção de energia elétrica nas usinas hidrelétricas.

A transformação da energia solar em energia química por meio da fotossíntese é responsável pela “energia que obtemos da combustão do petróleo, carvão, gás natural e madeira” (HEWITT, 2002, p. 125), todos usados como fontes de energia elétrica no planeta.

A radiação solar pode ser transformada em eletricidade de forma direta ao entrar em contato com células fotoelétricas feitas de materiais semicondutores. O silício é a matéria-prima mais utilizada na fabricação das células fotoelétricas que, em contato com a luz solar, transforma-a em eletricidade por intermédio do efeito fotoelétrico. De acordo com Vasconcelos

(2017), as células fotoelétricas feitas de silício apresentam níveis de eficiência entre 15% a 20%, dependendo do grau de pureza do material e um custo alto de fabricação. Uma alternativa mais barata e mais eficaz, produzida a partir de material sintético cristalino, já vem sendo produzida em escala laboratorial, apresentando “eficiência energética de 22,1%” (VASCONCELOS, 2017, p. 65).

A energia solar é também a responsável pela produção de energia elétrica por intermédio do vento, já que ele tem origem a partir do aquecimento desigual da superfície da Terra. Portanto,

mais uma vez encontramos o Sol como fonte básica para as transformações de energia na Terra. Se acompanhássemos o mesmo ciclo de transformação de energia a partir de outras situações, na sua grande maioria chegaríamos no Sol, o grande responsável pelo ciclo de energia na Terra (FIGUEIREDO e PIETROCOLA, 2000, p. 45).

Por ser o responsável pelo ciclo de energia na Terra, o Sol tem papel fundamental no balanço energético do planeta. A Terra não é capaz de manter sua energia interna porque emite parte da energia que recebe do Sol para fora, o que a torna dependente da radiação solar.

Outro fator que expõe a fragilidade da Terra, quanto a dependência das ondas eletromagnéticas emitidas pelo Sol, é o “processo contínuo de degradação” (FIGUEIREDO e PIETROCOLA, 2000, p. 52), que acontece durante a transformação de uma forma de energia em outra. As transformações apresentam eficiências diferentes mesmo quando se pensa em processos reversíveis, como, por exemplo, a eficiência obtida durante a transformação da energia cinética em térmica, que não é mesma na transformação inversa.

O Sol pode até ser a maior fonte de energia da Terra, porém, não é a única. A energia obtida nas reações de fissão nuclear, onde se tem a quebra de átomos pesados (como o urânio), pode ser utilizada para a produção de energia para uso doméstico, desde que todo o processo siga normas rígidas de segurança, pois a radiação gerada durante a fissão é nociva aos seres humanos.

2.3 MATRIZ ELÉTRICA BRASILERIA

O conjunto de fontes disponíveis em um país, estado ou no mundo para a geração de energia elétrica é conhecida como Matriz Elétrica. Em 2016, de acordo com a EPE (2017), a

Matriz Elétrica Brasileira era composta por 82% de fontes renováveis enquanto que, no mesmo ano, o Mundo produzia por meio dessas fontes, 24% de sua energia elétrica (EPE, 2017).

Esse quadro favorável de produção de energia elétrica se deve, em grande parte, pelas usinas hidrelétricas Brasileiras. Segundo a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL,2019), em 2019, “foram registradas 217 usinas hidrelétricas em operação, concentrando 100,5 mil MW de potência fiscalizada” (ANEEL, 2019).

2.3.1 Produção de Energia Elétrica

Em 1831, os físicos Michael Faraday e Joseph Henry descobriram simultaneamente e de forma independente que a corrente elétrica poderia ser produzida em um fio ao se mover um ímã para dentro ou para fora em uma bobina. Tal descoberta foi percussora no processo de geração de energia em grande escala.

A descoberta da indução eletromagnética de Faraday e Henry foi utilizada de forma prática por Nikolas Tesla e George Westinghouse. Financiado por Westinghouse, Tesla criou um sistema de distribuição de energia elétrica que usava transformadores de alta voltagem, tornando possível a distribuição de eletricidade em longas distâncias. Em 1895, Tesla e Westinghouse construíram a primeira usina hidrelétrica moderna, localizada em Niagara, nos Estados Unidos. A usina hidrelétrica criada a partir dessa parceria distribuía energia elétrica para Toronto, Boston e Filadélfia a centenas de quilômetros de Niagara.

2.3.2 Transporte de Energia Elétrica

Existe um longo caminho entre a produção da energia elétrica e o consumidor final. De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2020), a extensão total do sistema de transmissão de energia elétrica no Brasil alcançou, no ano de 2019, a marca de 154,4 mil quilômetros.

Segundo Santos *et al.* (2006), a maior parte da energia elétrica gerada apresenta tensão de saída dos geradores na faixa de 1 e 25 kV. Entretanto, para viabilizar as transmissões a longa distância, utiliza-se de tensões superiores a 138 kV, valor que leva em consideração as perdas pelo efeito joule e as quedas de tensão ao longo das linhas de transmissão. No entanto, “a utilização segura desta energia em residências e em algumas indústrias, implica que esta seja inferior a mil volts” (SANTOS *et al.*, 2006, p. 475).

Os transformadores são os dispositivos responsáveis pela adequação dos níveis de tensão da usina ao consumidor final. Os transformadores permitem que a energia seja

transferida através de uma bobina primária, submetida a um campo magnético e conectada à fonte de potência, a uma bobina secundária, submetida a ação do mesmo campo magnético.

No transformador, a energia elétrica “é transferida de um sistema de fios condutores para outro através da indução eletromagnética” (HEWITT, 2002, p. 432) sem alteração de frequência, mas geralmente com alteração de tensão e corrente.

Capítulo 3

DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA E APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A construção da sequência didática, desde a escolha das atividades e das estratégias de ensino utilizadas, foi definida em março de 2019, com a inscrição do projeto de pesquisa na Plataforma Brasil. A autorização do Comitê de Ética¹ para a aplicação do produto e a sua publicação, somente aconteceu após uma reestruturação do projeto, em setembro do mesmo ano. A partir daí, surgiu a preocupação inicial em apresentar aos alunos e seus responsáveis, o projeto de ensino e a importância da participação de todos no trabalho. Explicou-se também a relevância dos termos de consentimento e assentimento assinados pelos responsáveis e pelos alunos para que a pesquisa fosse analisada e divulgada pela professora-pesquisadora.

O objeto de conhecimento “Produção e consumo de energia elétrica”, presente no Currículo Paulista Etapa Ensino Médio na disciplina de Física, foi o escolhido para a construção da sequência didática e apresenta a seguinte habilidade:

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. (SÃO PAULO, 2020, p. 156)

¹ CAAE 12411319.2.0000.5504

A proposta do novo Currículo Paulista é desenvolver a habilidade descrita em qualquer série do Ensino Médio em parceria como os demais professores da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, composta pelos seguintes componentes curriculares: Física, Química e Biologia. Essa parceria não foi possível durante a aplicação da sequência didática descrita nesta dissertação, devido à falta de professores dos componentes em questão na escola em que a sequência foi aplicada. Caso aconteça em aplicações futuras, essa parceria solucionaria parcialmente um dos problemas encontrados durante o desenvolvimento da sequência, que foi o número expressivo de aulas utilizadas para a aplicação do conjunto de atividades.

Ao ser aplicada em uma turma da terceira série do Ensino Médio do período da manhã de uma escola pública estadual no município de Sorocaba (SP), a sequência didática acabou por utilizar 23 (vinte e três) aulas de cinquenta minutos, entre os meses de outubro e novembro de 2019. A expectativa inicial da professora-pesquisadora era aplicar a sequência didática em 14 aulas. Mas, durante o decorrer da mesma, foi necessário prorrogar a duração das atividades. Dentre as razões para essa mudança, estão: a preocupação da professora-pesquisadora em coletar um número expressivo de material para análise; a ansiedade gerada pela produção de um material diferenciado; a ausência de uma sala de informática na escola, obrigando os alunos a revessarem os notebooks fornecidos pela professora-pesquisadora; dentre outros fatores. Vale ressaltar que futuras aplicações poderão apresentar resultados diferentes, pois dependerá das respostas dos alunos perante às atividades propostas e das demandas escolares. Além disso, os professores têm autonomia para excluir ou acrescentar atividades, pois a sequência didática aqui apresentada não deve ser entendida como um conjunto fechado.

Para realizar o levantamento dos dados apresentados nesta dissertação, a sequência didática contou com diversas estratégias de ensino, sendo elas: mapa conceitual, seminário, pesquisa, debate, estudo de caso e júri simulado. Tudo isso com o intuito de promover diferentes formas de avaliação, que poderia confirmar a eficácia da sequência didática desenvolvida.

A seguir, são apresentadas as atividades que compõem a sequência didática desenvolvida e os resultados obtidos durante sua aplicação em uma turma de trinta alunos, sendo dezesseis meninas e catorze meninos, com idade média de dezessete anos.

3.1 ATIVIDADE 1: CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES

A necessidade de identificar os conhecimentos prévios dos alunos antes de iniciar a sequência didática, auxilia no processo de criação de intervenções nas atividades, levando em consideração as necessidades dos alunos, assim como é previsto por Zabala (2006). Tais intervenções devem acontecer não apenas no momento inicial da aplicação, mas também durante todo o seu desenvolvimento.

A primeira etapa da sequência procura atender o conceito de Zabala (2006) de unidade didática ao ter como objetivo levantar os conhecimentos prévios dos alunos e analisar os resultados obtidos. Para isso, a sequência didática conta com duas atividades. A primeira consiste na construção de um mapa conceitual, tendo como conceito raiz a produção e consumo de energia elétrica por entender que:

[...] através de um mapa conceitual o aluno externaliza como está organizando conceitos e relações entre conceitos de uma determinada área de conhecimentos. Esta externalização é um reflexo (não necessariamente uma réplica) de sua organização cognitiva nessa área. (MOREIRA, 2013, p. 35).

A segunda atividade contou com questões presentes em provas anteriores do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que abordaram o tema produção e consumo de energia elétrica no Brasil. A escolha por uma estrutura avaliativa externa familiar aos estudantes da terceira série do Ensino Médio foi uma forma de promover a motivação e, com isso, proporcionar maior responsabilidade durante seu desenvolvimento.

Seguindo a tipologia de Zabala (1998), os conteúdos abordados formam subdivididos em conceituais, procedimentais e atitudinais. Durante o desenvolvimento das atividades, que compõem a etapa de levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes, o conteúdo conceitual buscou trabalhar a produção de energia elétrica em grande escala em usinas hidrelétricas, termoeletricas e eólicas; a estimativa de seu balanço custo-benefício e de seus impactos ambientais; e a transmissão de eletricidade em grandes distâncias.

No conteúdo procedimental, as habilidades trabalhadas buscaram relacionar a produção de energia com os impactos ambientais e sociais desses processos; identificar fases e/ou características da transformação de energia em usinas geradoras de eletricidade; reconhecer as relações de custo/benefício da geração de energia por fontes renováveis e não renováveis;

promover a leitura e a interpretação de texto; e relacionar a evolução da produção de energia com o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida. Por sua vez, os conteúdos atitudinais buscaram desenvolver a apresentação lógica de ideias e a dedicação e a paciência para a leitura das questões.

No primeiro momento, os alunos foram levados a refletir sobre a temática produção e consumo de energia elétrica no país. A professora-pesquisadora levantou alguns questionamentos, dentre eles: “Qual a diferença entre fontes renováveis e não renováveis?”, “Quais as formas de produção de energia elétrica que vocês conhecem?” ou “Como a energia elétrica chega até a sua casa?”. As respostas apresentadas foram superficiais, como, por exemplo: “a energia renovável não acaba, já há não renovável, acaba”, “hidrelétrica, energia solar e eólica” e “a energia elétrica chega através das linhas de transmissão”.

Em seguida, utilizando como recurso didático uma apresentação em PowerPoint, criada pela professora-pesquisadora, os alunos receberam orientação quanto à construção de mapas conceituais e os elementos que o compõem (conceito raiz, conceito principal e palavras de ligação). Além de se enfatizar a importância da estratégia didática no meio educacional.

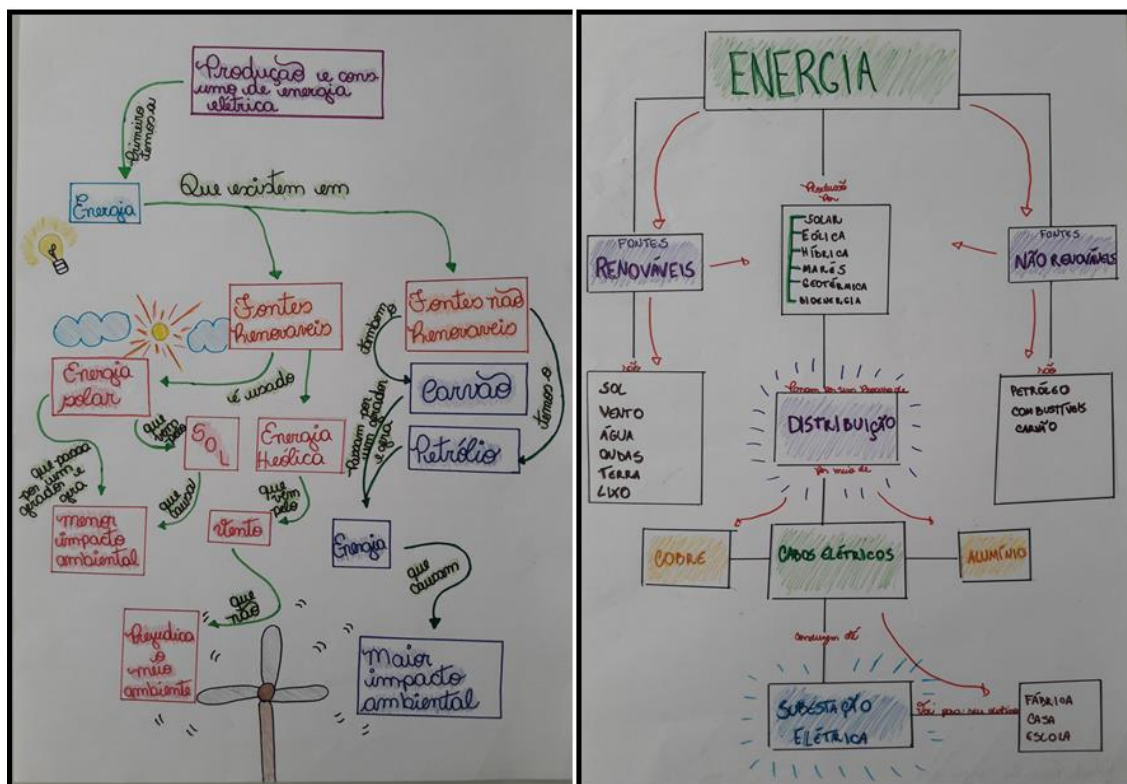
Para a construção dos mapas conceituais, os alunos receberam um kit composto por: folha sulfite para rascunho, folha sulfite A3 para a construção do mapa conceitual, lápis de cor, canetinha, post-it, cola, tesoura e régua. Todos os materiais foram fornecidos pela professora-pesquisadora.

Para facilitar a construção dos mapas conceituais, os alunos tiveram acesso a algumas palavras-chaves disponibilizadas na lousa da sala de aula, sendo elas: energia, fontes renováveis, fontes não renováveis, maior impacto ambiental e menor impacto ambiental.

Durante a construção dos mapas conceituais, notou-se a insegurança de grande parte dos alunos que conheciam superficialmente o tema abordado, como também, a construção de mapas conceituais era novidade para a maioria.

Ao final, de cinco aulas, o resultado obtido foi 25 (vinte e cinco) mapas conceituais divididos em duas categorias: maior coerência e menor coerência. Foram 6 (seis) os mapas que se enquadraram na categoria de maior coerência. Nesses, têm-se a utilização de palavras de ligação entre os conceitos e uma boa apresentação teórica, como mostra a figura 3.1.

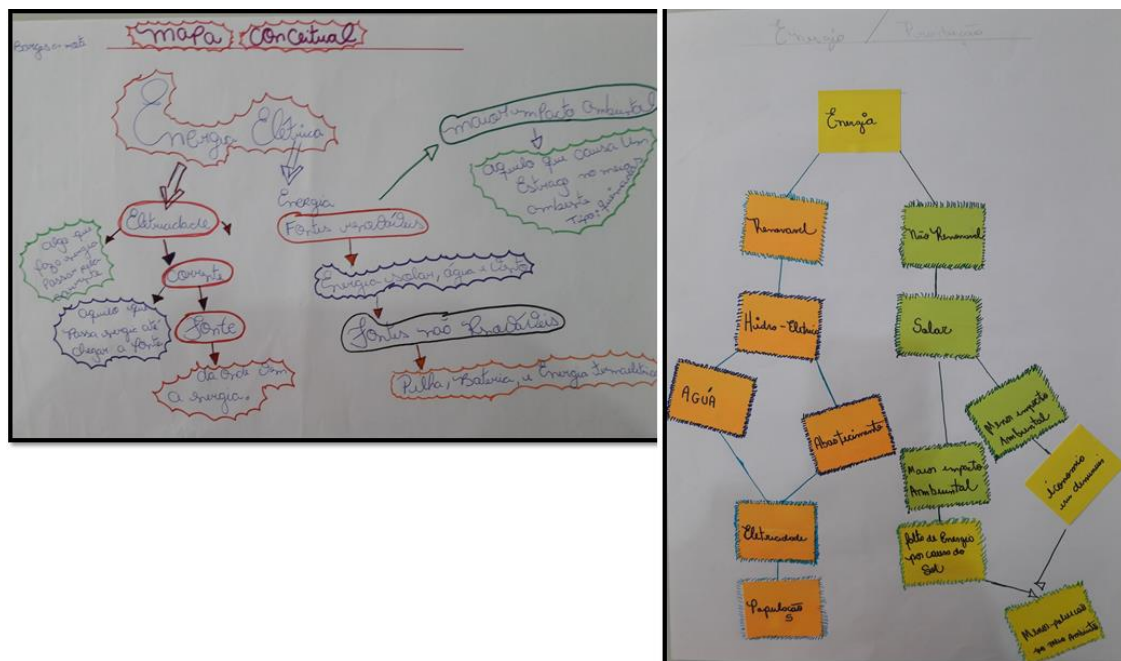
Figura 3.1 – Mapas conceituais construídos pelos alunos sobre a temática produção e consumo de energia elétrica, categorizados com maior coerência.



Fonte: Mapas conceituais construídos pelos alunos da terceira série do Ensino Médio.

Os dezenove mapas categorizados com menor coerência apresentaram erros grosseiros, dentre eles: classificar a energia solar como fonte não renovável, explicar a geração de energia elétrica em uma usina hidrelétrica a partir do movimento de um gerador movido a vapor d'água, relacionar as fontes renováveis como as causadoras de maior impacto ambiental ou simplesmente montar o mapa conceitual utilizando as palavras-chaves que foram disponibilizadas no momento inicial da atividade.

Figura 3.1 – Mapas conceituais construídos pelos alunos sobre a temática produção e consumo de energia elétrica, categorizados com menor coerência.



Fonte: Mapas conceituais construídos pelos alunos da terceira série do Ensino Médio.

A segunda atividade da etapa de levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, contou com um questionário composto de questões de provas anteriores do ENEM, que tratam do tema produção e consumo de energia elétrica. Além disso, questões que abordavam temas como usinas hidrelétricas (principal forma de produção de energia elétrica do país) e fontes renováveis também foram incorporadas. O objetivo, seguindo o referencial teórico, foi levar os alunos a refletir sobre o contexto geográfico e social do meio ao qual estão inseridos.

Com duração aproximada de 50 minutos, o questionário foi aplicado a 28 estudantes. A seguir, apresenta-se as questões selecionadas e aplicadas aos alunos (as respostas corretas estão em negrito).

Questão 1 - Enem (2003)

“Águas de março definem se falta luz este ano”. Esse foi o título de uma reportagem em jornal de circulação nacional, pouco antes do início do racionamento do consumo de energia elétrica, em 2001. No Brasil, a relação entre a produção de eletricidade e a utilização de recursos hídricos, estabelecida nessa manchete, se justifica porque:

A) a geração de eletricidade nas usinas hidrelétricas exige a manutenção de um dado fluxo de água nas barragens.

B) o sistema de tratamento da água e sua distribuição consomem grande quantidade de energia elétrica.

C) a geração de eletricidade nas usinas termelétricas utiliza grande volume de água para refrigeração.

D) o consumo de água e de energia elétrica utilizadas na indústria compete com o da agricultura.

E) é grande o uso de chuveiros elétricos, cuja operação implica abundante consumo de água.

Questão 2 - Enem (2010)

Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão irá abastecer apenas o município apresentado.

Qual forma de obtenção de energia, entre as apresentadas, é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental?

A) Termoelétrica, pois é possível utilizar a água do rio no sistema de refrigeração.

B) Eólica, pois a geografia do local é própria para a captação desse tipo de energia.

C) Nuclear, pois o modo de resfriamento de seus sistemas não afetariam a população.

D) Fotovoltaica, pois é possível aproveitar a energia solar que chega à superfície do local.

E) Hidrelétrica, pois o rio que corta o município é suficiente para abastecer a usina construída.

Questão 3 - Enem (2014)

O governo brasileiro, após análise das características físicas do local, incluindo sismologia, meteorologia, geologia e hidrologia, decidiu construir a usina termonuclear em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro. A escolha desse local foi questionada por parte da sociedade civil, sob a alegação de que essa cidade é um paraíso turístico, próxima de áreas densamente habitadas. Temendo a probabilidade de ocorrer um grave acidente, os defensores propuseram que essa usina fosse instalada em regiões desabitadas, como o Sertão nordestino.

(Disponível em: www.cnen.gov.br. Acesso em: 4 ago. 2012)

A característica que impede que essa usina seja instalada no local proposto pela sociedade civil é o(a):

- A) pequena estabilidade do solo.
- B) baixo Índice pluviométrico anual.
- C) ausência de grandes volumes de água.**
- D) baixa movimentação das massas de ar.
- E) elevação da temperatura ao longo do ano.

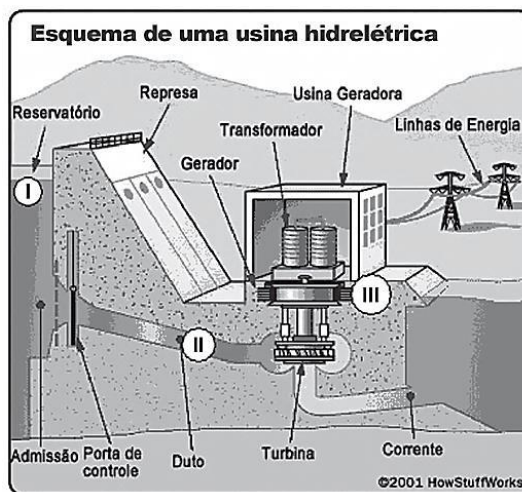
Questão 4 - Enem (2016)

Todo ano, cresce a demanda mundial de energia com o aumento das populações e do consumo. É cada vez mais necessário buscar fontes alternativas que não degradem os recursos do planeta nem comprometam a sobrevivência das espécies. Ainda há muito o que se descobrir sobre o uso eficiente de recursos energéticos provenientes de fontes renováveis, mas elas não estão mais próximas do que parece da adoção em larga escala.

(BARBOSA, M. *A sustentabilidade da energia renovável. Superinteressante*, n. 102, 1996)

Os recursos energéticos do tipo citado são provenientes de:

- A) pilhas.
- B) usinas nucleares e hidrelétricas.
- C) células solares e geradores eólicos.**
- D) centrais geotérmicas e termoelétricas.
- E) usinas maremotrizes e combustíveis fósseis

Questão 5 - Enem (2011)

A figura representa o processo mais usado nas hidrelétricas para obtenção de energia elétrica no Brasil. As transformações de energia nas posições I→II e II→III da figura são, respectivamente,

- A) energia cinética → energia potencial e energia cinética → energia elétrica.
B) energia potencial → energia cinética e energia cinética → energia elétrica.
 C) energia potencial → energia elétrica e energia cinética → energia elétrica.
 D) energia potencial → energia elétrica e energia potencial → energia cinética.
 E) energia cinética → energia elétrica e energia potencial → energia cinética.

Questão 6 - Enem (2010)

A usina hidrelétrica de Belo Monte será construída no rio Xingu, no município de Vitória de Xingu, no Pará. A usina será a terceira maior do mundo e a maior totalmente brasileira, com capacidade de 11,2 mil megawatts. Os índios do Xingu tomam a paisagem com seus cocares, arcos e flechas. Em Altamira, no Pará, agricultores fecharam estradas de uma região que será inundada pelas águas da usina.

BACOCINA, D. QUEIROZ, G.: BORGES, R. Fim do leilão, começo da confusão.

Isto é Dinheiro. Ano 13, n.º 655, 28 abr. 2010 (adaptado).

Os impasses, as resistências e os desafios associados à construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, estão relacionados:

A) ao potencial hidrelétrico dos rios no norte e nordeste quando comparados às bacias hidrográficas das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país.

B) à necessidade de equilibrar e compatibilizar o investimento no crescimento do país com os esforços para a conservação ambiental.

C) à grande quantidade de recursos disponíveis para as obras e à escassez dos recursos direcionados para o pagamento pela desapropriação das terras.

D) ao direito histórico dos indígenas à posse dessas terras e à ausência de reconhecimento desse direito por parte das empreiteiras.

E) ao aproveitamento da mão de obra especializada dispo – nível na região Norte e o interesse das construtoras na vinda de profissionais do Sudeste do país.

- Com aproximadamente 68% de acertos, a primeira questão abordou as relações entre a produção de eletricidade e a utilização de recursos hídricos.
- A partir da apresentação das características geográficas do meio, a segunda questão propõe aos estudantes a escolha da melhor forma de produção de energia elétrica, obtendo aproximadamente 75% acertos.
- A terceira questão, com percentual de acerto de aproximadamente 25%, deixa em evidência a falta de conhecimento dos alunos perante o processo de produção de energia elétrica por meio de usinas nucleares.
- A quarta questão buscou reconhecer as fontes renováveis de produção de energia com o intuito de suprir as demandas mundiais, obtendo 71% de acertos.
- Com aproximadamente 36% de acertos, a quinta questão abordou as transformações de energia durante a produção de energia elétrica em uma usina hidrelétrica.
- Por fim, a sexta questão buscou relacionar as questões sociais à construção da usina hidrelétrica de Belo Monte, apresentando 32% de acertos.

A porcentagem de acertos pode comprovar o interesse dos alunos em desenvolver a atividade com seriedade, ainda que fosse evidente para todos que o questionário integrava o momento inicial da sequência didática, responsável pelo levantamento dos conhecimentos prévios. Levantamento esse realizado sem as pressões de uma avaliação tradicional.

3.2 ATIVIDADE 2: MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

A atividade Matriz Elétrica Brasileira teve como objetivo apresentar aos alunos os diferentes processos de produção de energia elétrica no Brasil e no Mundo, bem como, as suas principais vantagens e desvantagens.

O conteúdo conceitual tratado nesse momento da sequência didática está relacionado à produção de energia elétrica em grande escala em usinas hidrelétricas, termoeletricas, eólicas, dentre outras; além da estimativa de seu balanço custo-benefício e de seus impactos ambientais.

No conteúdo procedimental, as habilidades buscaram compreender o princípio de funcionamento das principais fontes de produção de energia elétrica do Brasil; identificar os impactos ambientais causados para cada tipo de usina; reconhecer as relações de custo-benefício da geração de energia por fontes renováveis e não renováveis; promover a leitura e a interpretação de texto; e analisar gráficos sobre produção e consumo de energia elétrica de diferentes fontes, no Brasil e no Mundo.

Entre os conteúdos atitudinais, a atividade buscou conscientizar os estudantes quanto ao respeito pela vez de fala e pela opinião dos demais, incentivando-os a realizar propostas e apresentar de forma lógica as ideias, além de estimular a participação em diálogos e debates.

Utilizando como suporte teórico o material disponível na página da Empresa de Pesquisa Energética² (EPE), a professora-pesquisadora, por meio de aula expositiva dialogada, trabalhou temas como: energia, formas de energia e fontes de energia. Durante a aula, que teve duração de aproximadamente 100 minutos, os alunos tiveram acesso aos seguintes textos informativos presentes na página da EPE: “Matriz Energética e Elétrica”³; “O que é energia?”⁴; “Formas de Energia”⁵ e “Fontes de Energia”⁶, sendo o primeiro utilizado com maior ênfase pela professora-pesquisadora.

Após a análise do material, os alunos foram divididos em pequenos grupos de, no máximo, quatro alunos. A divisão dos alunos dessa forma, tem como intuito facilitar a análise

² Link para a página da EPE: <<https://www.epe.gov.br/pt>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

³ Link para o texto “Matriz Energética e Elétrica”: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

⁴ Link para o texto “O que é energia?”: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/o-que-e-energia>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

⁵ Link para o texto “Formas de Energia”: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/formas-de-energia>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

⁶ Link para o texto “Fontes de Energia”: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

dos dados, a exposição de ideias e a troca de informações dentro do grupo. A justificativa para tal está centrada na fundamentação teórico-pedagógica e teoria histórico-cultural proposta por Vygotsky e nos pressupostos de Zabala (2006), descrito abaixo:

[...] A distribuição em pequenos grupos, sejam eles fixos ou móveis, homogêneos ou heterogêneos, permite atribuir a cada um deles tarefas concretas e estruturadas, de modo que o professor ou professora possa ir se deslocando e prestando as ajudas adequadas conforme o grau de realização da tarefa. (ZABALA, 2006, p. 188 e 189).

Com os alunos divididos, coube a cada grupo pesquisar as oito principais fontes de energia elétrica presentes na “Matriz Elétrica Brasileira 2017” (EPE, 2018) e apresentar respostas a alguns questionamentos. Nessa pesquisa, eles deveriam avaliar, por exemplo, vantagens, desvantagens, geração de resíduo, região geográfica de maior incidência no Brasil, relação custo-benefício, dentre outros assuntos.

O prazo para atividade de pesquisa foi de uma semana. Posteriormente, os alunos deveriam preparar e apresentar um seminário sobre o tema. No momento dos seminários, as oito principais fontes de produção de energia elétrica presentes na Matriz Elétrica Brasileira foram sorteadas e, coube a cada grupo, expor para os seus colegas os resultados obtidos. Ao final de cada apresentação, os demais grupos contribuíram com informações complementares, o que promoveu pequenos debates, todos muito respeitosos e colaborativos.

De modo geral, a atividade conseguiu cumprir com seu objetivo principal, que era realizar um estudo aprofundado sobre a Matriz Elétrica Brasileira, além de promover, por meio da estratégia didática utilizada, uma maior interação entre aluno-aluno e professor-aluno.

Ao fim das apresentações, cada grupo recebeu um desafio para a próxima aula, que era elaborar um texto curto, entre 15 a 20 linhas, propondo soluções a um caso fictício (figura 3.3). O estudo de caso envolvia o levantamento de formas de economia de energia elétrica em uma academia recentemente inaugurada.

Figura 3.2 – Estudo de caso fictício proposto aos grupos.

Estudo de Caso

Joaquim Siqueira recentemente abriu uma academia com um movimento de 430 pessoas/dia. A academia funciona das 8h às 22h de segunda a sábado. A academia conta com vários espaços, como dança, zumba, poli-dance, judô, bicicletas ergométricas, aparelhos para musculação, entre outros. No entanto, Joaquim vem enfrentando um alto índice de consumo de energia elétrica em sua academia, o que tem causado um rombo em seu orçamento mensal, reduzindo seu ganho final. Para solucionar o problema Joaquim contratou um especialista em fontes renováveis. Vocês como especialistas do Joaquim, como poderiam o ajudar e quais fontes renováveis indicariam?

✚ Planta da academia

Fonte: Texto - Elaborado pelo autor. Imagem - ARAUJO, E. S. Projeto de Academia. Disponível em: < <https://studiotec.com.br/updates/projeto-de-academia-guia-modelos/>>. Acesso em: 16 dez. 2020.

No início do próximo encontro, o caso fictício foi apresentado junto com as propostas de soluções de cada grupo. É interessante notar que foram apresentadas soluções simples e de rápida aplicabilidade, assim como soluções que requerem alto investimento, mas que apresentam um ótimo retorno a longo prazo, como é o caso das placas fotovoltaicas. Veja alguns exemplos: a instalação de placas fotovoltaicas; o aproveitamento da luz solar durante o dia, evitando o uso da energia elétrica neste período; a instalação de equipamentos para a conversão de energia mecânica proveniente do movimento gerado durante o treino em energia elétrica; a substituição do ar-condicionado por ventiladores; a instalação de piezoelétricos na área destinada à dança na academia; e a produção de energia elétrica por meio da energia eólica.

A professora-pesquisadora finalizou a discussão do caso com a exibição do vídeo “Academia Autossustentável”⁷, que apresenta o projeto desenvolvido pela Federação da Indústrias do Estado da Bahia – Unidade Lapinha –, em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). O projeto apresenta diversas soluções de economia de energia elétrica, dentre elas: a instalação de placas fotovoltaicas; a instalação de alternadores nos pontos de rotação dos equipamentos utilizados nos exercícios, que transformaram a energia mecânica em elétrica; e a instalação de placas piezoelétricas e de mini hidrelétricas nas tubulações internas da academia.

3.3 ATIVIDADE 3: COMO A ENERGIA ELÉTRICA CHEGA A SUA CASA?

A atividade teve como objetivo levantar os conhecimentos prévios dos alunos quanto a compreensão do funcionamento geral das linhas de transmissão de energia elétrica e, a partir daí, promover intervenções adequadas e em conformidade às necessidades observadas pela professora-pesquisadora.

Seguindo a tipologia de Zabala (1998), o conteúdo conceitual abordado foi a transmissão de eletricidade em grandes distâncias. Enquanto o conteúdo procedimental, buscou desenvolver as seguintes habilidades: a elaboração de hipóteses sobre os processos e os componentes envolvidos na transmissão da energia elétrica, desde uma usina até um centro de consumo; e promover a leitura e a interpretação de texto e compreender o processo de perdas de energia ao longo do sistema de transmissão. Já o conteúdo atitudinal, buscou promover o respeito pela vez de fala e pela opinião dos demais, o interesse em fazer a atividade e a participação nos diálogos e debates.

De acordo com levantamento prévio realizado pela professora-pesquisadora, a maioria dos alunos da turma não conhecia a estratégia de estudo infográficos. Sendo assim, houve a necessidade de criar uma aula expositiva dialogada para explicar e apresentar exemplos de infográficos à turma.

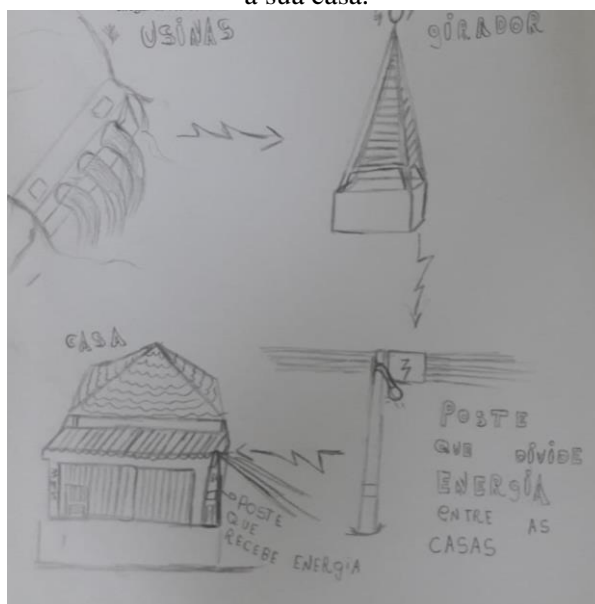
Divididos em pequenos grupos, os alunos realizaram discussões iniciais quanto à construção de um infográfico que explicasse o caminho percorrido pela energia elétrica até

⁷ Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=yV_x0Li7smg>. Acesso em: 16 dez. 2020.

chegar em suas residências. Em seguida, a professora-pesquisadora forneceu aos grupos folha de sulfite, lápis de cor e canetinhas coloridas para a construção de seus infográficos.

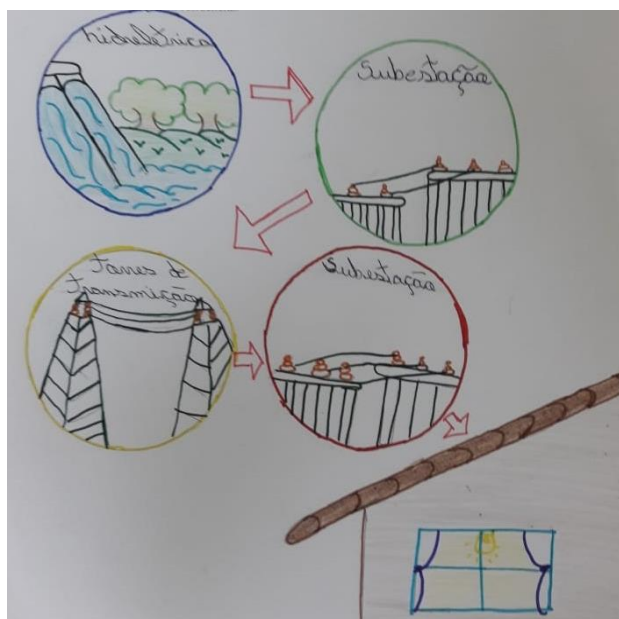
A primeira etapa da atividade resultou em seis infográficos, cinco deles não apresentavam as etapas relacionadas às subestações e de elevação e de rebaixamento de tensão. Entre os grupos que não mencionaram as subestações, apenas um deles cita que, no início do processo, há alta tensão, e que, no final, essa tensão deve ser transformada em 110V ou 220V, contudo, o grupo não explicou como esse rebaixamento acontece. Os demais infográficos apresentam a energia elétrica sendo transportada por linhas de transmissão assim que sai das usinas, chegando em suas residências sem nenhuma alteração de tensão durante o processo. Veja alguns dos exemplos citados, nas figuras 3.4 e 3.5.

Figura 3.4 – Infográfico criado por um grupo para explicar o caminho da energia elétrica da usina até a sua casa.



Fonte: Infográfico criado pelos alunos participantes da pesquisa.

Figura 3.5 – Infográfico criado por um grupo para explicar o caminho da energia elétrica da usina até a sua casa.



Fonte: Infográfico criado pelos alunos participantes da pesquisa

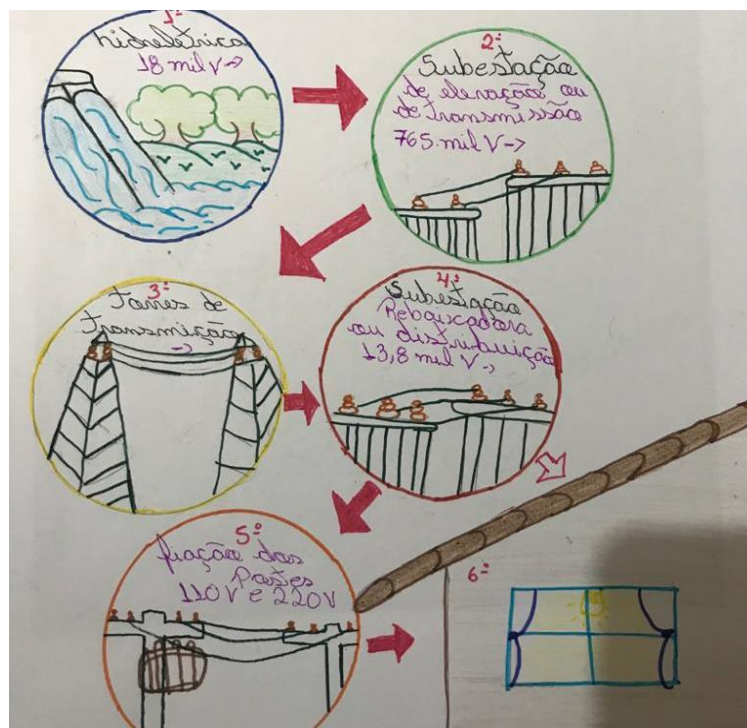
Após a construção dos infográficos pelos grupos, a professora-pesquisadora exibiu o vídeo “Energia Elétrica: do gerador ao consumidor”⁸, que apresenta de forma clara o caminho que a energia elétrica percorre até chegar nas residências, e, por fim, realizou a leitura compartilhada da reportagem: “7 perguntas para entender o caminho da energia no Brasil”⁹.

Em um segundo momento, a professora-pesquisadora solicitou que os grupos adequassem os seus infográficos com base na fundamentação teórica apresentada. Como resultado, os seis grupos inseriram em seus infográficos as subestações de elevação e o rebaixamento de tensão, procurando explicar com mais detalhes todas as etapas que a energia elétrica percorre até chegar em suas residências.

⁸ Link para o vídeo “Energia Elétrica: do gerador ao consumidor”: <<https://www.youtube.com/watch?v=h048IXiEptY>>. Acesso em: 18 out. 2019.

⁹ Link para a reportagem “7 perguntas para entender o caminho da energia no Brasil”: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/7-perguntas-para-entender-o-caminho-da-energia-no-brasil/>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

Figura 3.6 – Infográfico adequado por um grupo para explicar o caminho da energia elétrica da usina até a sua casa.



Fonte: Infográfico adequado pelos alunos participantes da pesquisa.

3.4 ATIVIDADE 4: ESTUDO DE CASO – “PALMAS PARA A SUA SOLUÇÃO”

A quarta atividade teve como objetivo apresentar aos estudantes um estudo de caso e, a partir das informações presentes, os mesmos deveriam identificar as possíveis estratégias para solucioná-lo, considerando as fontes renováveis de produção de energia elétrica que mais se adequam à região sudeste de Tocantins (descrita no caso).


O conteúdo conceitual trabalhou a evolução da produção e do uso da energia elétrica e sua relação com o desenvolvimento econômico e social. Em relação aos conteúdos procedimentais, a atividade buscou desenvolver as seguintes habilidades: identificar e caracterizar os diversos processos de produção de energia elétrica; identificar o melhor processo de produção de energia elétrica de acordo com o clima da região; promover a leitura e a interpretação de texto; e relacionar a evolução da produção de energia com o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida. Quanto aos conteúdos atitudinais, buscou-se promover o

respeito pela vez de fala e pela opinião dos demais, o interesse em fazer propostas e a participação nos diálogos e nos debates.

Divididos em pequenos grupos, os alunos receberam cópias do texto “*Palmas para a sua solução*”, história criada por Leandro Ribeiro Pereira e Marcio Rogério Cardinal, presente no livro *Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais*¹⁰.

Figura 3.7 – Texto “Palmas para a sua solução”.

Estudo de caso: ‘Palmas para sua solução’



Leandro Ribeiro Pereira e Marcio Rogério Cardinal

Seu Carlos era um empresário bem-sucedido da capital paulista, até que decidiu, na década de 1990, comprar terras no Tocantins. Amante dos animais e da natureza, logo abandonou os negócios e foi viver no novo Estado.

Tudo, no início, foi difícil: a distância, a dificuldade de locomoção e a falta de energia elétrica. Esta última, seu Carlos resolveu investindo em uma pequena hidrelétrica, que aproveita uma queda d’água de um rio que passa por sua propriedade.

Porém, ele está enfrentando dificuldades, pois o volume de chuva diminuiu no Sudeste do Tocantins, fazendo o rio praticamente secar e comprometendo a geração de energia. Como a rede pública de energia está longe de suas terras, seu Carlos terá que colocar a mão no bolso para investir em alternativas de geração de energia, sob a orientação de Juliano, um engenheiro que estagiou em suas empresas em São Paulo e hoje é especialista do ramo de energia.

Seu Carlos fez uma ligação para o engenheiro, pedindo orientação:

- Juliano, como vai? Aqui é Carlos Simplório.
- Olá, seu Carlos, há quanto tempo. A que devo a honra de sua ligação?
- Preciso de ajuda, aquela hidrelétrica que instalei em minhas terras não está dando conta de abastecer a fazenda. Sabe como é... Aumentou o número de máquinas e de funcionários por conta da expansão da área plantada de cana, assim como o número das cabeças de gado. Para ajudar, este ano não está chovendo. Tenho que investir em outra forma de geração de energia, mas você me conhece e sabe o quanto eu amo a natureza, não quero prejudicá-la.
- Seu Carlos, deixa comigo. Vou estudar o clima de seu Estado e dar uma solução para o problema, procurando uma forma de energia economicamente viável e que não cause um grande impacto ambiental.
- Obrigado, Juliano. Sabia que você poderia me ajudar.
- Grande abraço, seu Carlos. Retornarei sua ligação em breve.

Imagine que você está incumbido de ajudar Juliano. Estude o clima do Estado do Tocantins e as diferentes formas de geração de energia, para indicar duas soluções para o problema de seu Carlos e argumentar a favor de uma delas.

Fonte: CARDINAL e PEREIRA (2016, p. 101-102).

¹⁰ Link para download gratuito do livro “Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais”: https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/06/2016-Estudos_de_Caso.pdf. Acesso em: 16 dez. 2020

A proposta de aplicação do estudo de caso foi adaptada do livro *Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais* (2016) e teve início com os alunos assistindo a reportagem “Sudeste de Tocantins sofre com a seca”¹¹, que apresenta a problemática enfrentada pelos moradores da localidade. Em seguida, os grupos foram orientados a pesquisar o clima da região, com o intuito de fundamentar as suas escolhas, tendo como base a pesquisa realizada na segunda atividade da sequência didática “Matriz Elétrica Brasileira”, onde eles tiveram que optar por duas fontes renováveis de produção de energia elétrica.

Após os grupos aprofundarem as suas pesquisas sobre cada uma das formas de energia escolhidas, foram orientados a escolher uma delas como melhor solução para o caso. Cada grupo, com a opção de energia definida como solução, argumentou, frente aos colegas, a favor de sua escolha. A professora-pesquisadora mediou um fechamento com os alunos das opções mais adequadas para o caso apresentado.

Os resultados apresentados pelos grupos, em sua maioria, coincidiram com as respostas sugeridas pelo livro *Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais* para solucionar a problemática do caso, que é a utilização do bagaço da cana para a geração de energia elétrica ou a transformação da energia solar, que se apresenta de forma intensa naquela região do país, em energia elétrica. O estudo buscou realizar, a todo o momento, a interdisciplinaridade entre a Física e a Geografia, a fim de se chegar a repostas que levassem em conta o clima da região.

3.5 ATIVIDADE 5: JÚRI SIMULADO

O objetivo da quinta atividade foi incentivar a análise, a argumentação e o posicionamento crítico dos alunos em torno da produção e o uso social da energia elétrica. Trazendo para a aula, por meio da estratégia didática escolhida, o enfoque CTSA.

Os conteúdos conceituais abordados estão ligados à produção de energia elétrica em grande escala em usinas hidrelétricas; à estimativa de seu balanço custo-benefício e de seus impactos ambientais; e à evolução da produção e do uso da energia elétrica e sua relação com o desenvolvimento econômico e social.

¹¹ Link para a reportagem da EBC Notícias:

<<http://www.ebc.com.br/noticias/brasil/galeria/videos/2013/08/sudeste-de-tocantins-sofre-com-a-seca>>. Acesso em: 28 out. 2019.

Quanto aos conteúdos procedimentais, a atividade buscou atingir as seguintes habilidades: compreender o princípio de funcionamento das usinas hidrelétricas; identificar os impactos ambientais causados pelas usinas hidrelétricas; relacionar a produção de energia com o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida local; e entender o funcionamento de processos decisórios. Nos conteúdos atitudinais foi incentivado o respeito pela vez de fala e pela opinião dos demais e o interesse em fazer propostas e a participação nos diálogos e debates.

Inicialmente, por meio de aula expositiva dialogada, a professora-pesquisadora apresentou aos alunos a importância das audiências públicas junto às comunidades e às últimas audiências públicas realizadas na cidade em que a sequência didática foi aplicada. Logo em seguida, exibiu o vídeo “Já ouviu falar em audiência pública?”¹², vinculado à justiça eleitoral brasileira, que de forma sucinta explica o que é a audiência e fornece exemplos.

Em seguida, a professora-pesquisadora apresentou à turma uma situação-problema fictícia, envolvendo a instalação de uma usina hidrelétrica na cidade de Antonio Cordeiro, onde essa instalação estava atrelada à aprovação em audiência pública, com mostra a figura 3.8.

¹² Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LpoZ2G4dcY4>>. Acesso em: 16 dez. 2020.

Figura 3.8 – Situação-problema – Audiência pública: Usina hidrelétrica de Cordeiro.

Audiência Pública- Usina Hidrelétrica de Cordeiro

A Secretaria de Planejamento e Projetos de Antonio Cordeiro – São Paulo/SP publicou edital de convocação de audiência pública visando a obtenção dos licenciamentos para construção de uma Usina Hidrelétrica na zona rural do município.

O Projeto da Usina de Cordeiro no Rio Laranjeiras, com capacidade de 47 MW, será agora apresentado em audiência pública junto as populações envolvidas. Serão instaladas três turbinas e erguida uma barragem de 33 metros, com 495 metros de comprimento.

O reservatório ocupará uma área de 9,41 km² com um volume de água de 127,7 milhões de m³, afetando áreas de preservação, os agricultores que ali trabalham e residem, o pequeno comércio local e os demais moradores. O tempo para a construção é de aproximadamente quatro anos e a previsão é que o empreendimento gere 800 empregos diretos.



Figura 1: O mapa prevê como o empreendimento será construído na zona rural de Antonio Cordeiro.

A audiência pública contará com a presença dos seguintes seguimentos da sociedade ligados ao projeto: Fundação SOS Antonio Cordeiro, Empresa Tesla, Secretaria de Planejamento e Projetos de Antonio Cordeiro, Associação de Moradores Rurais de Antonio Cordeiro, Agricultores e Comerciantes.

Fonte: História adaptada pela autora a partir do texto: FOCHZATO, I. C. [Apresentados relatórios e estudos para hidrelétrica Salto Grande no Rio Chopim](https://rbj.com.br/meio-ambiente/apresentados-relatorios-e-estudos-para-hidreletrica-salto-grande-rio-chopim-3658.html). Disponível em: <<https://rbj.com.br/meio-ambiente/apresentados-relatorios-e-estudos-para-hidreletrica-salto-grande-rio-chopim-3658.html>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

Em consenso com a turma, a professora-pesquisadora nomeou os grupos que haviam sido criados no desenvolvimento da sequência didática em: Fundação SOS Antonio Cordeiro, Empresa Tesla, Secretaria de Planejamento e Projetos de Antonio Cordeiro, Associação de Moradores Rurais de Antonio Cordeiro, Agricultores e Comerciantes.

Cada grupo, de acordo com o seu posicionamento favorável ou contrário à instalação da usina hidrelétrica, realizou durante uma semana o levantamento de argumentos, além de elaborarem perguntas aos grupos opositores. Todo o processo foi acompanhado e mediado pela professora-pesquisadora.

Durante a realização da audiência pública, a professora-pesquisadora ocupou o lugar de juíza (mediadora), sendo que cada grupo teve, no máximo, cinco minutos para realizar as suas argumentações iniciais.

A Empresa Tesla, a Secretaria de Planejamento e Projetos de Antonio Cordeiro e os Comerciantes, posicionaram-se a favor da instalação da Usina hidrelétrica na cidade fictícia de Antonio Cordeiro durante a audiência. Os argumentos favoráveis foram: o desenvolvimento local com a chegada de novas empresas, o crescimento turístico e a criação de novos empregos, além da afirmação de que a estrutura da usina permitiria a coleta da água da chuva para consumo humano e animal e a irrigação das plantações durante a sua extensão.

Do outro lado, os argumentos contrários giraram em torno dos: impactos ambientais gerados pela construção da usina hidrelétrica, a diminuição da área destinada à agricultura e a pecuária no município – que provocaria o aumento nos preços do produto na mesa dos moradores –, além do deslocamento das famílias que ali residem e o risco eminente de rompimento da barragem.

Ao término das primeiras argumentações, os grupos passaram a questionar os seus opositores com, no máximo, duas perguntas. Tendo cada grupo cerca de dois minutos para defender as suas ideias perante o júri, constituído de dez alunos convidados da primeira série do ensino médio da mesma unidade de ensino.

Do lado favorável à instalação da usina, foram realizadas as seguintes perguntas:

- Vocês, agricultores, não pensam em expandir e melhorar os seus negócios?
- Ambientalistas, a Empresa Tesla irá preservar a flora e a fauna, além, é claro, que a usina hidrelétrica é considerada uma fonte limpa, então, por que impedir o crescimento da cidade?

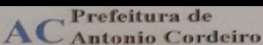
- Por que a Associação de Moradores Rurais de Antonio Cordeiro está contra a instalação da usina? A instalação promoverá o desenvolvimento local e o aumento no número de empregos.

Do lado contrário à instalação da usina, surgiram as seguintes perguntas:

- Quais as medidas de segurança no caso de um acidente?
- Com o alagamento da área, qual seria a solução para os animais que invadiriam as áreas urbanas?
- Como vocês (Empresa Tesla) irão fazer o reflorestamento se, no local, será instalada a usina?
- No passado, uma barragem construída pela Empresa Tesla rompeu, mas mesmo sabendo desse fato, a Secretaria de Planejamento e Projetos de Antonio Cordeiro, é a favor da construção da usina na cidade. Isso se explica pelos lucros que irão obter?
- Por que a Empresa Tesla, em contato com as famílias que serão afetadas com a construção da usina, vem oferecendo apenas o valor venal das propriedades?

Por fim, os jurados foram levados a outro ambiente, onde realizaram uma reunião e uma votação. A decisão (figura 3.9) foi apresentada aos membros da audiência pública por meio de nota escrita pelos jurados e lida pela professora-pesquisadora.

Figura 3.9 – Veredito do júri.

 Secretaria de Planejamento e Projetos	
Veredito do Júri	
Audiência Pública- Usina Hidrelétrica de Cordeiro	
<input type="checkbox"/> votos favoráveis a construção da Usina de Cordeiro <input checked="" type="checkbox"/> votos contrários a construção da Usina de Cordeiro	
01	OS MORADORES DA CIDADE SE MOSTRARAM CONTRA E INSATISFEITOS COM A IDEIA
02	A CONSTRUÇÃO TRARIA CONSEQUÊNCIAS RUINS, COMO O GASTO E O DESMATAMENTO
03	DESLOCAMENTO INVOLUNTÁRIO DOS MORADORES
04	NENHUM PROJETO DE ASSISTÊNCIA ALIMENTÍCIA
05	NÃO QUEREMOS QUE OS DANOS SEJAM REPARADOS, QUEREMOS QUE NÃO HAJA DANOS
06	NÃO HOVE APRESENTAÇÃO DE PROJETO PARA ESPECIALIZAÇÃO DOS MORADORES
07	POUCAS ÁRVORES PARA REFLORESTAMENTO
08	AGRICULTORES SEM TRABALHO DURANTE A CONSTRUÇÃO DA USINA
09	LUGARES DEVASTADOS PARA CONSTRUÇÃO DE CINEMA, ETC
10	NENHUMA ESTRATÉGIA SOBRE COMO A USINA AJUDA NA EDUCAÇÃO, SAÚDE E
11	SEGURANÇA
12	
13	
14	
15	UMA PARTE DO JURÍ SE MOSTROU INTERESSADA EM PROPOR UM ACORDO ,
16	PORÉM A MAIORIA DISCORDOU
17	CONTUDO, AGRADECEMOS A PROPOSTA, MAS CONCORDAMOS QUE É INVIÁVEL
18	

Fonte: Texto desenvolvido pelos alunos convidados da primeira série do Ensino Médio.

3.6 ATIVIDADE 6: CONSTRUÇÃO DE MAPA CONCEITUAL

A última atividade teve como objetivo avaliar e analisar o alcance da sequência didática para a modificação dos conhecimentos prévios apresentados na primeira atividade, tendo claros os diferentes ritmos de aprendizagens em um grupo heterogêneo. Para Moreira (2013), os mapas conceituais “são representações externas que, de alguma forma, refletem representações internas (mentais) de quem faz o mapa” (MOREIRA, 2013, p. 35). O que os tornam excelentes estratégias didáticas.

Nos conteúdos conceituais, buscou-se trabalhar com todos os assuntos abordados, até então, na sequência didática, que também se encontram presentes no currículo do Estado de São Paulo. Os conteúdos aplicados foram: a produção de energia elétrica em grande escala em usinas hidrelétricas, termelétricas e eólicas; a estimativa de seus balanço custo-benefício e de seus impactos ambientais; a transmissão de eletricidade em grandes distâncias; e a evolução da produção e do uso da energia elétrica e sua relação com o desenvolvimento econômico e social.

O conteúdo procedimental procurou incentivar, durante a construção dos mapas conceituais, que os alunos apresentassem de forma clara o processo de produção e consumo de energia elétrica. Por sua vez, o conteúdo atitudinal buscou a apresentação lógica de ideias e a dedicação e a paciência durante a construção do mapa conceitual.

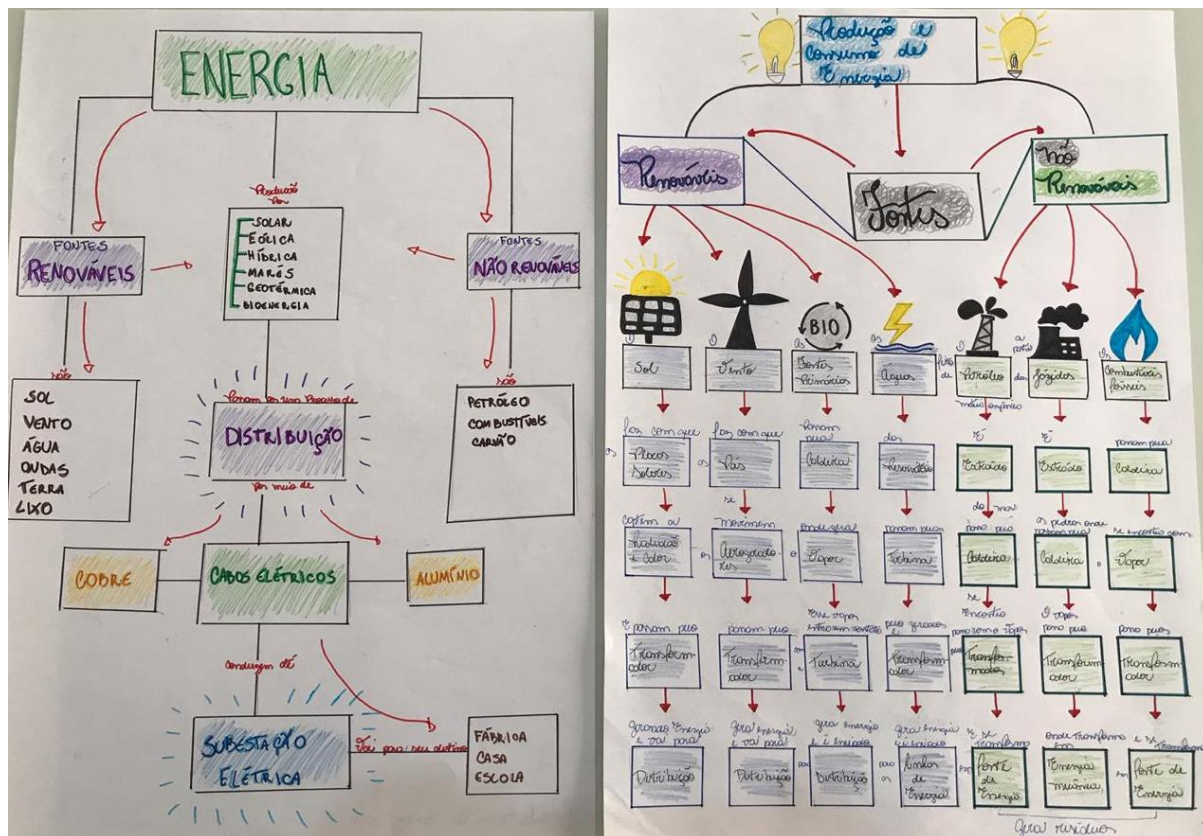
Os alunos foram orientados a construir um novo mapa conceitual capaz de apresentar os conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento da sequência didática. Brevemente, a professora-pesquisadora orientou os alunos sobre a construção de mapas conceituais e distribuiu um kit, contendo: folha sulfite para rascunho, folha sulfite A3 para a construção do mapa conceitual, lápis de cor, canetinha, post-it, cola, tesoura e régua. Assim, como na primeira atividade da sequência didática, a professora-pesquisadora obteve como resultado 28 mapas conceituais, desenvolvidos em aproximadamente 2 aulas (cem minutos).

Ao comparar os mapas conceituais construídos na primeira atividade para o levantamento dos conhecimentos prévios, é possível observar maior coerência durante a apresentação dos conceitos por parte dos alunos, o que demonstra avanços cognitivos após o desenvolvimento da sequência didática.

A figura 3.10 apresenta o primeiro e o último mapa conceitual utilizado para o levantamento dos conhecimentos prévios durante a sequência didática, sendo que ambos foram construídos por um aluno participante. É possível observar um número maior de conceitos e a

maior coerência na descrição.

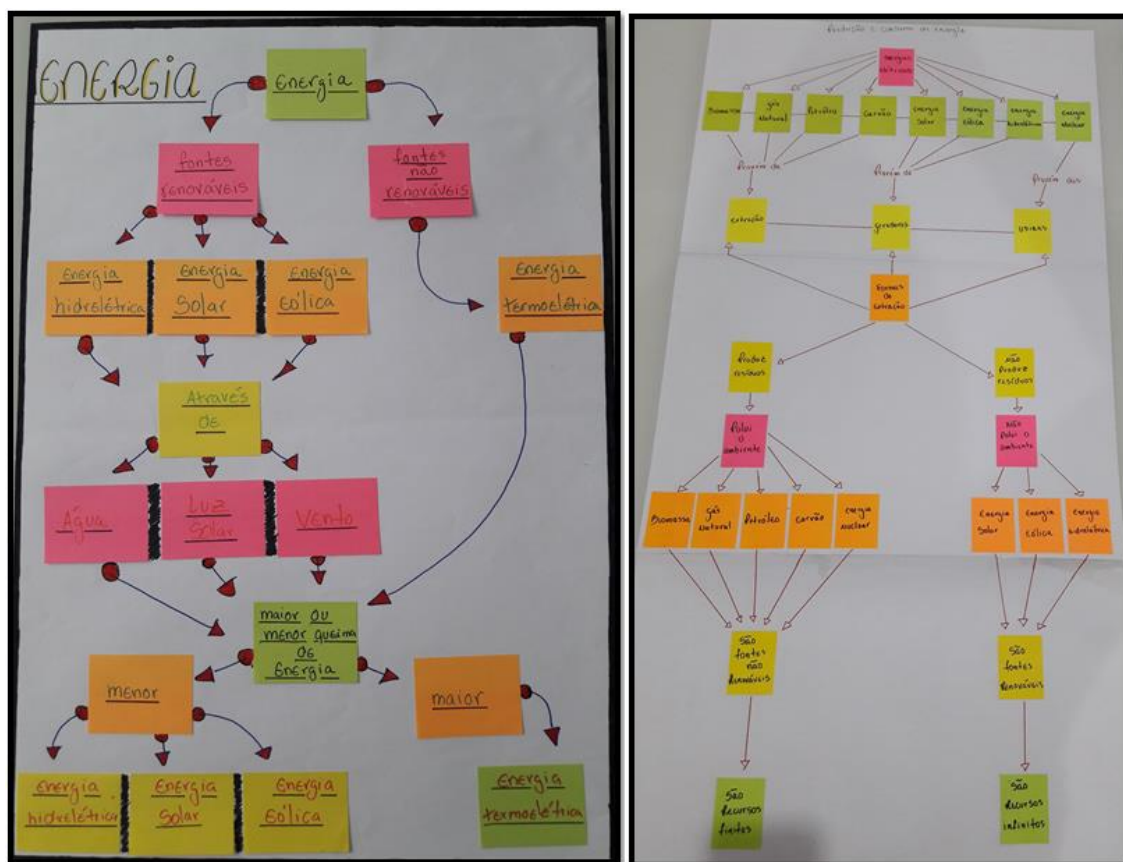
Figura 3.10 – Apresenta o mapa conceitual construído por um mesmo aluno na primeira e na última atividade, respectivamente.



Fonte: Elaborado por aluno participante da pesquisa.

Poucos foram os mapas conceituais que apresentaram incoerência nessa última etapa. Um exemplo disso pode ser observado no mapa conceitual da figura 3.11, que, apesar de exibir um número maior de conceitos no último mapa, apresenta erroneamente a biomassa como fonte não renovável de energia.

Figura 3.11 – Apresenta o mapa conceitual construído por um mesmo aluno na primeira e na última atividade, respectivamente.



Fonte: Elaborado por aluno participante da pesquisa.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apontado inicialmente, o objetivo desta dissertação foi elaborar e aplicar uma sequência didática para o ensino do tema produção e consumo de energia elétrica, que teve como finalidade o desenvolvimento cognitivo e o pensamento crítico dos alunos perante o tema trabalhado. Para que isso fosse possível, a sequência didática contou com diferentes estratégias de ensino, sendo elas: mapa conceitual, seminário, pesquisa, debate, estudo de caso e júri simulado.

A sequência didática foi desenvolvida a partir dos seguintes referenciais teóricos de ensino aprendizagem: a abordagem Vygotskiana; o enfoque CTSA; e as concepções de Zabala (1998). Os referenciais teóricos foram escolhidos com o intuito de facilitar o interesse dos alunos perante o tema, o processo de ensino-aprendizagem e a relação dos conceitos físicos estudados com suas atividades cotidianas, além de promover uma melhor relação professor-aluno.

Durante a aplicação e a análise dos resultados foi possível encontrar evidências de que os referenciais teóricos de ensino, em conjunto com as diferentes estratégias de ensino, mostraram-se eficientes, uma vez que os alunos demonstraram ao longo das atividades uma melhor compreensão dos temas trabalhados.

Uma evidência da eficiência da sequência didática é observada ao se comparar os mapas conceituais desenvolvidos pelos alunos no momento inicial de levantamento dos conhecimentos prévios, com os mapas construídos ao fim da sequência. Encontrou-se, nesse último, um número maior de conceitos e uma maior coerência.

Durante as atividades “Como a energia elétrica chega a sua casa?” e “Estudo de Caso – ‘Palmas para a sua solução’” foi possível observar o desenvolvimento cognitivo dos alunos perante o tema trabalhado. Acredita-se que a atividade “Matriz Elétrica Brasileira”, em conjunto com as explicações realizadas pela professora-pesquisadora, favoreceram o desenvolvimento cognitivo da turma.

Outra evidência dessa eficiência foi realizada pela professora-pesquisadora durante o desenvolvimento da atividade júri simulado, onde foi possível observar o posicionamento crítico dos alunos perante aos impactos ambientais e sociais causados pela instalação de uma usina hidrelétrica.

As atividades realizadas em grupo permitiram, a partir de uma ação partilhada, a construção do conhecimento pelos alunos. O relacionamento interpessoal, gerado dentro e fora dos grupos, potencializou as habilidades individuais de cada aluno e contribuiu para a compreensão do conceito.

De modo geral, a sequência didática mostrou-se útil em promover a motivação e interesse da turma pelas aulas de Física. A diversidade de estratégias didáticas acabou gerando na turma grande expectativa, o que favoreceu a participação dos alunos e o trabalho da professora-pesquisadora no decorrer da aplicação.

Cabe ressaltar que a sequência didática apresentada nesta dissertação não deve ser entendida como um conjunto de atividades imutáveis, muito pelo contrário, a intenção é que o professor que desejar aplicá-la tenha total liberdade para adaptá-la à sua realidade em sala de aula.

Com base no que foi observado durante a aplicação da sequência didática, conclui-se que a mesma pode contribuir de forma eficaz no processo de ensino-aprendizagem do tema produção e consumo de energia elétrica, tornando-se uma ferramenta educacional útil aos professores de Física da educação básica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEEL. Hidrelétricas superam 100 mil MW de potência fiscalizada. “Disponível em:” https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/hidreletricas-superam-100-mil-mw-de-potencia-fiscalizada/656877?inheritRedirect=false. Acesso em: 20 dez. 2020.

ARAUJO, E. S. Projeto de Academia. “Disponível em:” <https://studiotec.com.br/updates/projeto-de-academia-guia-modelos/>. Acesso em: 16 dez. 2020.

ARAÚJO, M. S. T.; FORMENTON, R. Fontes Alternativas de Energia Automotiva no Ensino Médio Profissionalizante: análise de uma proposta contextualizada de ensino de física em um curso técnico. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 33 – 61, Maio. 2012.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. Algumas Considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. Ciência & Educação, Bauru, v. 9, n. 1, p. 41 – 52, 2003.

AULER, D.; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. Ciência & Educação, Bauru, v.7, n.1, p. 1 – 13, 2001.

BARBOSA, J. P.; BORGES, A. T. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 182 – 217, Ago. 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRITO, J. Q. A.; SÁ, L. P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Espanha, v.9, n. 3, p. 505-529, 2010

CAVALCANTI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. Ciência & Educação, Bauru, v. 24, n. 4, p. 859 – 874, 2018.

EBC Notícias. Sudeste de Tocantins sofre com a seca. 2013. “Disponível em:” <http://www.etc.com.br/noticias/brasil/galeria/videos/2013/08/sudeste-de-tocantins-sofre-com-a-seca>. Acesso em: 28 out. 2019.

ELETROPAULO. Energia Elétrica: do gerador ao consumidor. 2016. “Disponível em:” <https://www.youtube.com/watch?v=h048IXiEptY>. Acesso em: 18 out. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Fontes de Energia. “Disponível em:” <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: 15 dez. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Formas de Energia. “Disponível em:” <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/formas-de-energia>. Acesso em: 15 dez. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Matriz Energética e Elétrica. “Disponível em:” <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 15 dez. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. O que é energia? “Disponível em:” <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/o-que-e-energia>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FEDERAÇÃO DA INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA. Academia Autosustentável. 2015. “Disponível em:” https://www.youtube.com/watch?v=yV_x0Li7smg. Acesso em: 16 dez. 2020.

FIGUEIREDO, A.; PIETROCOLA, M. Faces da Energia. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2000.

FOCHZATO, I. C. Apresentados relatórios e estudos para hidrelétrica Salto Grande no Rio Chopim. “Disponível em:” <https://rbj.com.br/meio-ambiente/apresentados-relatorios-e-estudos-para-hidreletrica-salto-grande-rio-chopim-3658.html>. Acesso em: 05 de nov. 2019.

GALVÃO, I. C. M.; SPAZZIANI, M. L.; MONTEIRO, I. C. C. Argumentação de alunos da primeira série do Ensino Médio sobre o tema “Energia”: discussões numa perspectiva de Educação Ambiental. Ciência & Educação, Bauru, v. 24, n. 4, p. 979 – 991, 2018.

GOMES, A. T.; GARCIA, I. K. Aprendizagem significativa na EJA: Uma análise da evolução conceitual a partir de uma intervenção didática com a temática energia. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 289 – 321, 2014.

HECK, C. Integração de tecnologia no ensino de física na educação básica: um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017.

HEWITT, P. G. Física Conceitual. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUEARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. International Journal of Science Education, Abingdon, v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988.

JACQUES, V.; MILARE, T.; FILHO, J. P. A.; Domingui, L. (2010). O Conceito de Energia e o Livro Didático de Ciências. *XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Foz do Iguaçu.

JOULE, J. P. “On the calorific effects of magneto-electricity and on the mechanical value of heat”, The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science (3) 23 (1843), pp. 263-276, 347-355, 435-443.

JUSTIÇA ELEITORAL. Já ouviu falar em audiência pública? 2018. “Disponível em:” <https://www.youtube.com/watch?v=LpoZ2G4dcY4>. Acesso em: 16 dez. 2020.

MARQUES, G. C.; UETA, N. Energia e Trabalho, Conservação de Energia. “Disponível em:” <http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica/basico/cap22/cap22framebaixo.htm>. Acesso em: 06 de dez. 2020.

MARTINS, R. A. Mayer e a Conservação da Energia. Revista Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Campinas, v.6, n. 1, p.63-84, 1984.

MAYER, J. R. “Remarks on the mechanical equivalent of heat”. The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science (4) suppl, 25 (1863), pp. 493-522 à pág. 498: tradução parcial de: Mayer, Julius Robert.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Resenha Energética Brasileira. “Disponível em:” <http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+-+edi%C3%A7%C3%A3o+2020>. Acesso em: 20 dez. 2020

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais. *In: I Workshop sobre Mapeamento Conceitual*. 1, São Paulo, 2013. Porto Alegre; PPGEnFis/IFUFRGS, 2013. p. 1-53.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. 1ª ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física básica: Fluidos- Oscilações e ondas- Calor. São Paulo: Editora Blücher, 2004.

OLIVEIRA, M. K. D. Vygotsky Aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico. 4a. ed. São Paulo: Scipione, 1997.

PEREIRA, L. R; CARDINAL, M. R. Estudo de Caso: ‘Palmas para sua solução’. *In: QUEIROZ, S. L; CABRAL, P. F.O. Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais*. São Carlos, SP: Art Point Gráfica e Editora, 2016. p. 101 – 108.

QUINATO, G. A. C.; ROTHBERG, D. Ensino de Ciências e CTS: Contribuições ao Aperfeiçoamento de Situações de Aprendizagem sobre Entropia e Degradação de Energia. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 179 – 206, Maio. 2016.

REVISTA EXAME. 7 perguntas para entender o caminho da energia no Brasil. “Disponível em:” <https://exame.abril.com.br/tecnologia/7-perguntas-para-entender-o-caminho-da-energia-no-brasil/>. Acesso em: 18 ago. 2019.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: Obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. Ciência & Ensino, Campinas, v. 1, número especial, 2007.

SANTIAGO, A. S. Aula experimental: um recurso eficaz no ensino de Física, na educação de jovens e adultos. 2007. Monografia de especialização (Especialização em Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrada ao Ensino Médio na Modalidade Educação de Jovens e Adultos) - Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, 2007.

SANTOS, A. H. M. et al. Conservação de Energia: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações. 3. ed. Itajubá: FUPAI, 2006.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência –Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. ENSAIO. Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 02, n. 02, p. 110-132, dezembro de 2002.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. São Paulo: SEE, 2010.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Currículo Paulista Etapa Ensino Médio, 2020.

VASCONCELOS, Y. Luz mais eficiente. Revista Pesquisa FAPESP, São Paulo, p.65-68, Out. 2017.

VIGOTSKI, L.S. A construção do pensamento e da linguagem. Tradutor Paulo Bezerra. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

VIGOTSKI, L.S. A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradutores José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L.S. Pensamento e linguagem. Tradutor Jefferson Luiz Camargo. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

ZABALA, A. A prática educativa: unidades de análise. *In*: ZABALA, A. A Prática Educativa: Como ensinar. Tradutor Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 13 – 24.

ZABALA, A. As sequências didáticas e as sequências de conteúdo. *In*: ZABALA, A. A Prática Educativa: como ensinar. Tradutor Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 53 – 87.

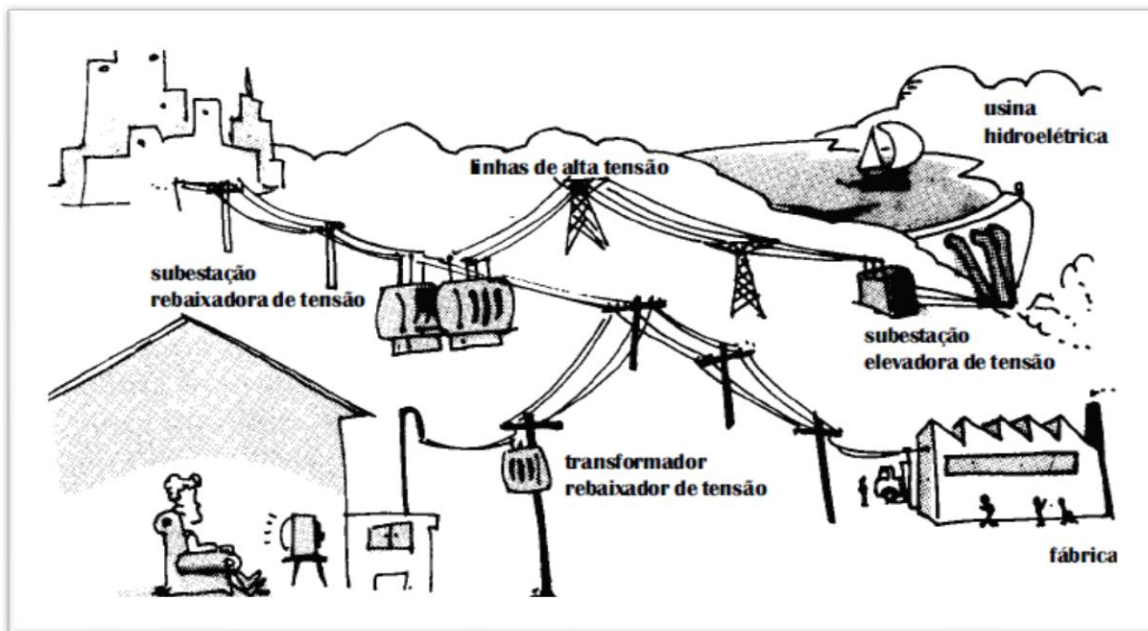
ZABALA, A. Os enfoques didáticos. *In: COLL, C. et al. O Construtivismo na sala de aula. São Paulo: Ática, 2006. p. 153 – 196.*

Apêndice A

PRODUTO EDUCACIONAL

A seguir é apresentado o produto educacional consequente desta dissertação

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO TEMA: “PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA”

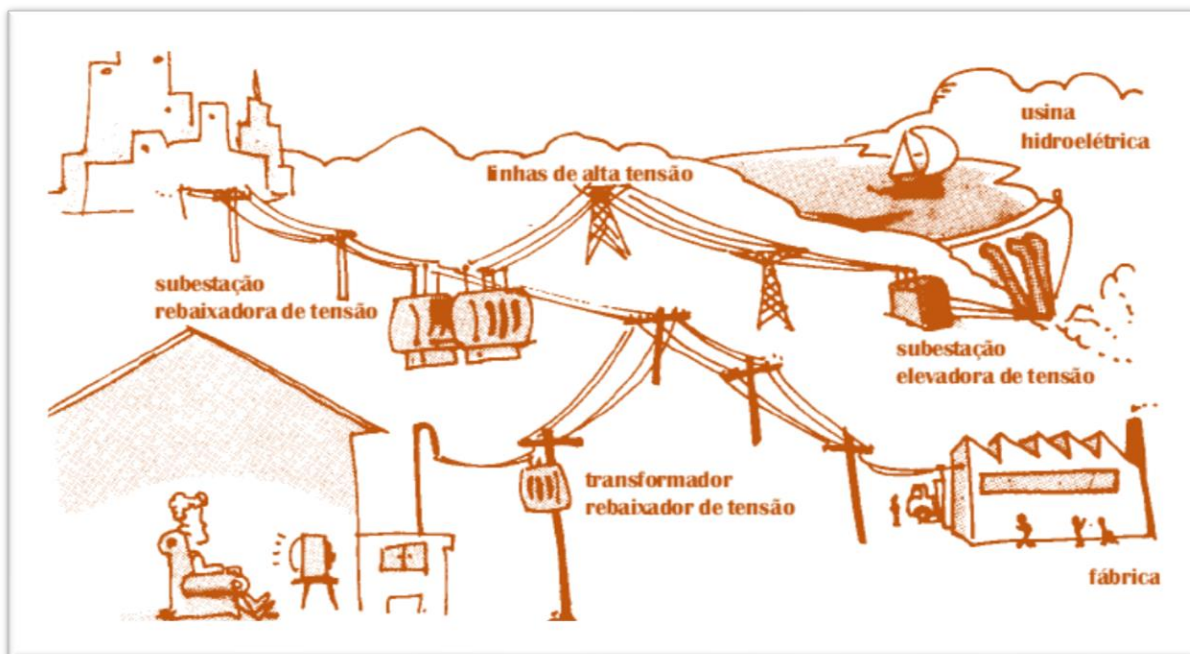


Fonte: GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física Instituto de Física) - USP. Disponível em:
<http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro4.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2021.

RENATA CORREIA DE AZEVEDO

Sorocaba- SP
2021

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO TEMA: “PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA”



Fonte: GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física Instituto de Física) – USP. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro4.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2021.

Produto Educacional elaborado por Renata Correia de Azevedo como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, do Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva
Coorientador: Prof. Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz

Sorocaba- SP
2021

Sumário

1. Apresentação.....	01
2. Principais Fundamentos	01
3. Sequência Didática	
3.1. Atividade 1: Conhecimentos prévios dos estudantes.....	03
3.2. Atividade 2: Matriz Elétrica Brasileira.....	10
3.3. Atividade 3: Como a energia elétrica chega a sua casa?	18
3.4. Atividade 4: Estudo de caso- “Palmas para a sua solução”	27
3.5. Atividade 5: Júri simulado.....	30
3.6. Atividade 6: Construção de mapa conceitual.....	34
4. Considerações Finais.....	34
5. Referências.....	35

1. Apresentação

Caro professor, este produto educacional tem como objetivo auxiliar professores de Física da educação básica no processo de ensino-aprendizagem do tema produção e consumo de energia elétrica. Sendo assim, este trabalho é resultado de um estudo realizado por meio do Mestrado Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba.

Aplicada em uma turma da terceira série do Ensino Médio da rede pública de ensino do Estado de São Paulo, a sequência didática mostrou-se eficaz no processo de ensino-aprendizagem ao promover o desenvolvimento cognitivo e o pensamento crítico dos alunos perante a temática.

O produto educacional é uma sequência didática composta por seis atividades, com o intuito de contribuir com o ensino da produção e consumo de energia elétrica, por meio dos seguintes referenciais teóricos de ensino aprendizagem: a abordagem Vygotskiana, o enfoque CTSA e as concepções de Zabala (1998).

A sequência didática apresentada neste produto educacional não deve ser entendida como um conjunto de atividades imutáveis, pois, o professor que desejar aplicá-la, tem toda a liberdade em adaptá-la de acordo com a sua realidade em sala de aula.

Espera-se que esse produto seja útil ao professor que deseja trabalhar com a temática produção e consumo de energia elétrica.

2. Principais Fundamentos

Apoiada nas concepções de Antoni Zabala (1998), a sequência didática proposta neste produto educacional tem como objetivo promover a discussão da temática “produção e consumo de energia elétrica”, de modo a favorecer a tomada de decisão e a criticidade dos alunos, desenvolvendo uma das competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio, presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas 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/ou global (BRASIL, 2017, p. 539).

Essa preocupação em abordar a temática produção e consumo de energia elétrica não é exclusiva da BNCC, pois já se encontrava presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 1999) ao apresentar em seu tema estruturador “Calor, ambiente e usos de energia”, a unidade temática “Energia: produção para o uso”, que possibilita trabalhar as seguintes habilidades:

- Identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social.
- Identificar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando às escolhas ou análises de balanços energéticos.
- Acompanhar a evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionando-os ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida ao longo do tempo (BRASIL, 1999, p. 74).

Analisando o Currículo Paulista Etapa Ensino Médio do Estado de São Paulo e seus objetos de conhecimento, a escolha do tema produção e consumo de energia elétrica é justificada por sua capacidade de levantar dilemas sociais e ambientais, facilitando a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Com a escolha do tema, a sequência didática foi elaborada com o intuito de estimular a reflexão e a ação crítica dos alunos, considerando que o objetivo central da educação CTSA é:

[...] desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS e MORTIMER, 2002, p. 114).

Definida a abordagem de ensino CTSA, a fundamentação teórico-pedagógica escolhida para a sequência didática foi a teoria histórico-cultural proposta por Vygotsky. Essa fundamentação teórica foi escolhida, pois, entende-se que o desenvolvimento do indivíduo ocorre durante sua relação com o meio, ou seja, ao fazer parte do meio, o indivíduo acaba agindo sobre os fatores sociais, culturais e históricos, transformando-os em objeto de sua ação. Moreira (1999) afirma que, para Vygotsky, “o único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige” (MOREIRA, 1999, p. 118). A sequência didática que compõe esse produto educacional foi criada para que os alunos participassem de atividades relativas ao que Vygotsky denomina de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

O Currículo Paulista Etapa Ensino Médio (2020) traz a teoria histórico-cultural proposta por Vygotsky como uma facilitadora do processo de contextualização dos conteúdos.

A contextualização dos conteúdos com o cotidiano dos alunos é uma importante estratégia para a promoção de uma aprendizagem significativa, como demonstram as teorias interacionistas de Jean Piaget (1896-1980) e Lev Vygotsky (1896-1934), ao enfatizarem que a interação entre o organismo e o meio onde está inserido, na aquisição do conhecimento, é uma importante base para valorizar a busca de contextos significativos nos processos de ensino e aprendizagem (SÃO PAULO, 2020, p. 133).

Desta forma, o conjunto sequencial de atividades que compõe esse produto educacional tem como intenção promover o entendimento conceitual e possibilitar a participação de alunos rumo ao entendimento da negociação de sentidos. Para isso, utiliza-se das seguintes estratégias de ensino: júri simulado, estudos de caso, trabalhos com pequenos grupos, pesquisa, seminário, construção de mapas conceituais, dentre outras atividades.

3. Sequência Didática

3.1. Atividade 1: Conhecimentos Prévios do Estudantes

Objetivo:

Identificar os conhecimentos prévios dos alunos antes de iniciar a sequência didática, com intuito de promover intervenções de acordo com as necessidades dos discentes.

Desenvolvimento da atividade:

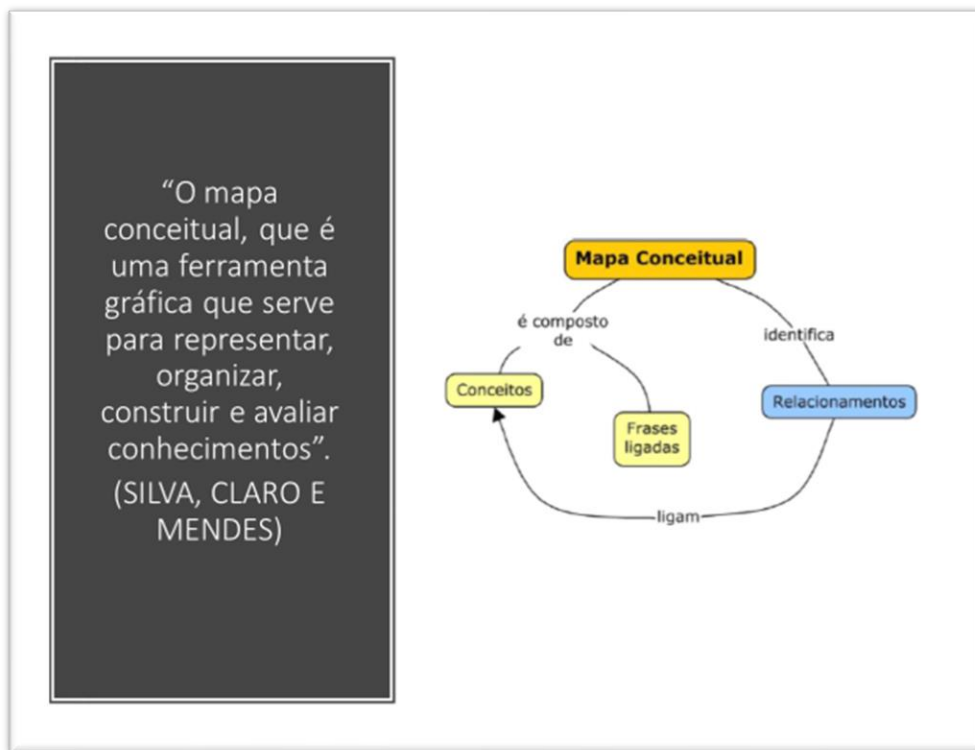
1º Momento:

O professor(a) deve começar a aula realizando alguns questionamentos iniciais, como, por exemplo: “Qual a diferença entre fontes renováveis e não renováveis?”, “Quais as formas de produção de energia elétrica que vocês conhecem?” ou “Como a energia elétrica chega até a sua casa?”, a fim de fazer com que os alunos reflitam sobre a temática produção e consumo de energia elétrica.

Em seguida, o professor deve propor à turma, a construção de um mapa conceitual, tendo como conceito raiz, a produção e consumo de energia elétrica.

Caso a turma não apresente familiaridade com a estratégia de ensino escolhida, o professor pode utilizar a sequência de slides abaixo, com o intuito de orientá-los na construção de mapas conceituais e os elementos que o compõem (conceito raiz, conceito principal e palavras de ligação).

Slide 1 – Professor(a), neste slide, deixe claro para os alunos que, através dessa ferramenta gráfica, é possível demonstrar como está organizado os conceitos de uma determinada área de conhecimento.



Slide 2 – Professor(a), neste slide, é possível apresentar aos alunos a importância da estratégia didática no meio educacional.


“Possui diversas aplicações para a educação, tais como:

- I. Apresentar um conteúdo;
- II. Estudar um conteúdo;
- III. Fazer síntese de texto;
- IV. Organizar o conteúdo programático de uma disciplina;
- V. Avaliar a aprendizagem”.

(SILVA, CLARO E MENDES)

Slide 3 – Professor(a), neste momento, deixe claro que o mapa conceitual não pode ser avaliado como certo ou errado, mas sim por sua coerência.

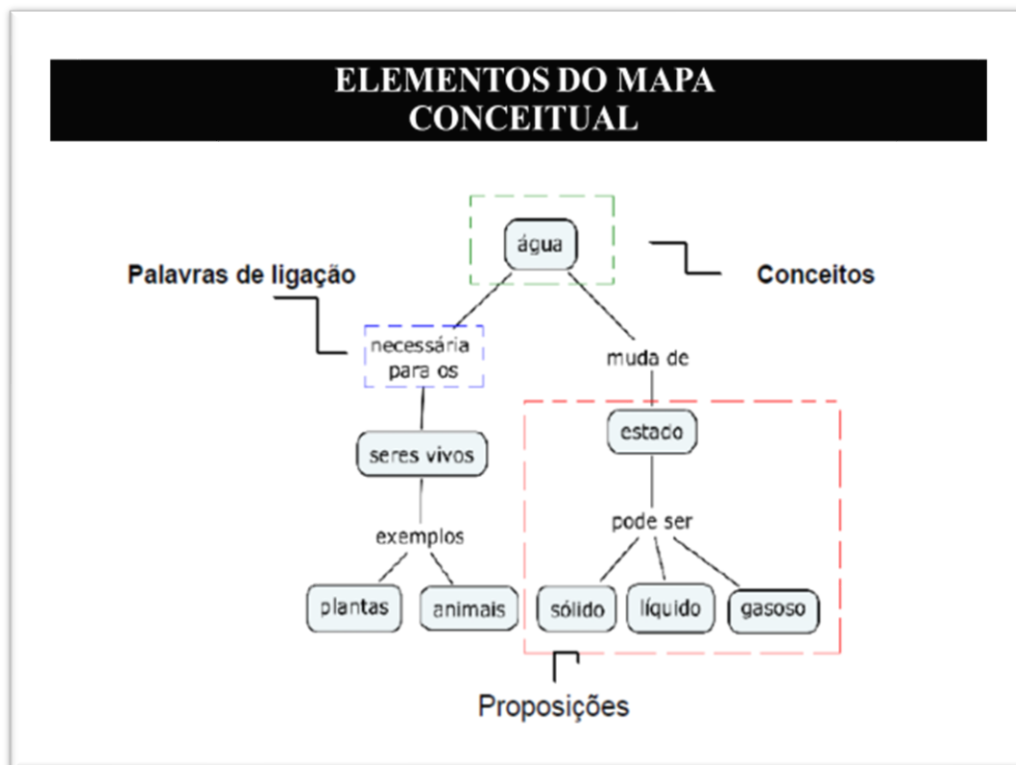
NÃO SE PODE DIZER QUE O MAPA CONCEITUAL ESTÁ CERTO OU ERRADO !!!

Mas ... 

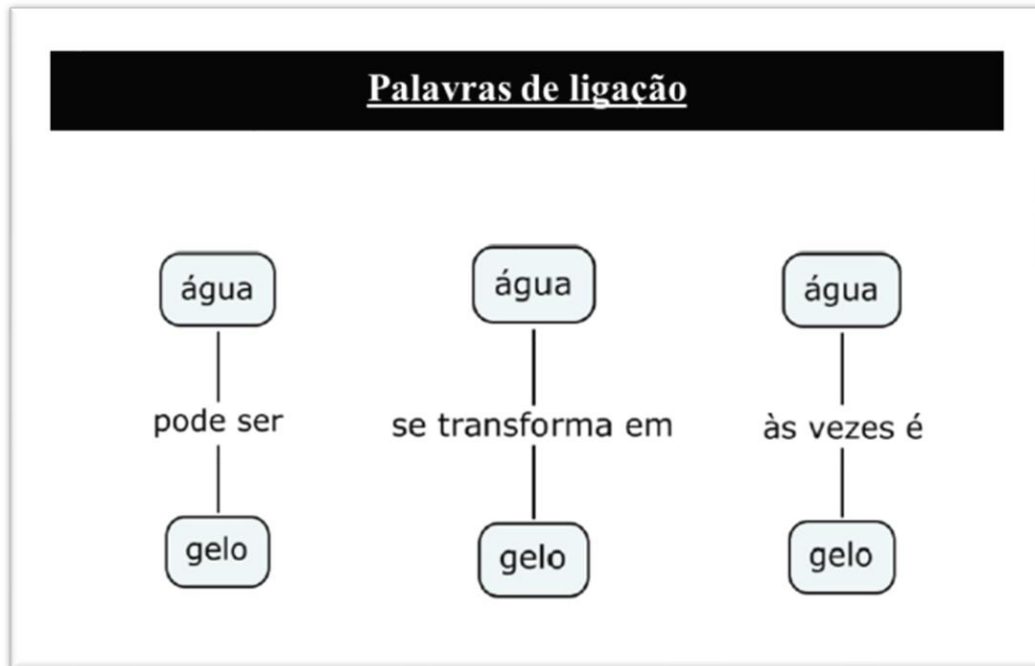
É POSSÍVEL VERIFICAR SE ELE É COERENTE

Se tem riqueza de detalhes, coerência e ainda a profundidade das abordagens que o mapa promoverá.

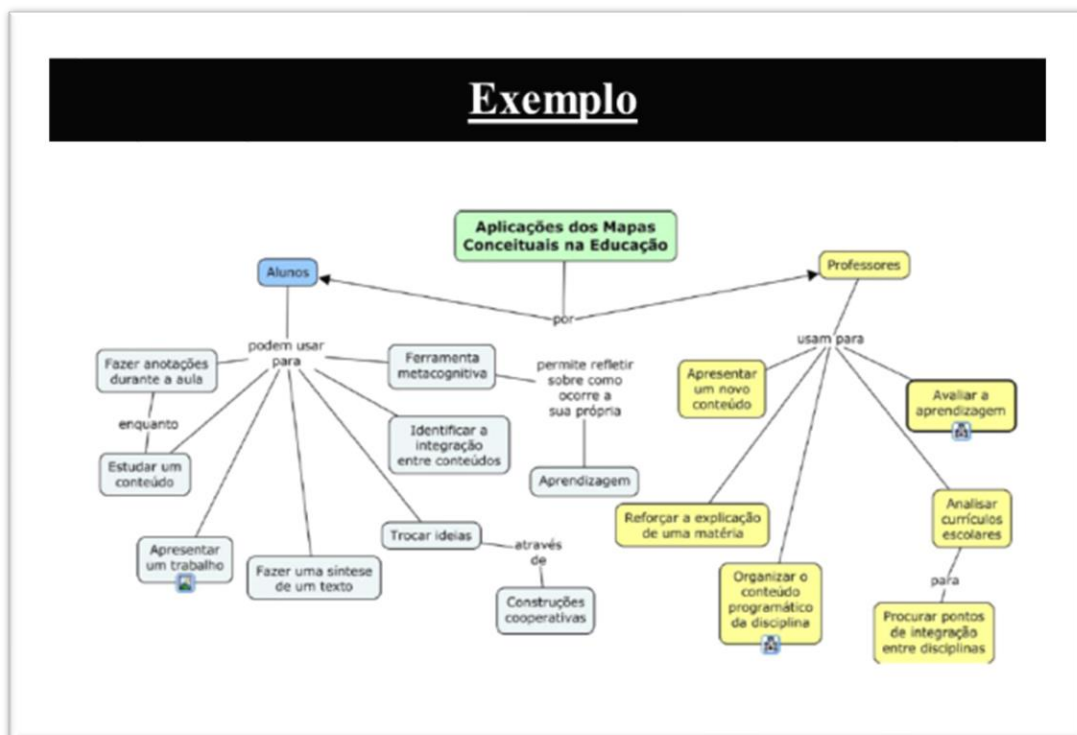
Slide 4 – Professor(a), neste slide, é possível apresentar e explicar aos alunos os principais elementos que compõem o mapa conceitual.



Slide 5 – Professor(a), neste slide, é possível abordar a importância das palavras de ligação na construção de um mapa conceitual.



Slide 6 – Professor(a), neste slide, deixe clara a importância das cores durante a apresentação dos conceitos no mapa conceitual.



Para a construção dos mapas conceituais, forneça aos alunos um kit, contendo os seguintes materiais: folha sulfite para rascunho, folha sulfite A3 para a construção do mapa conceitual, lápis de cor, canetinha, post-it, cola, tesoura e régua. A construção do mapa não está atrelada aos materiais, sendo assim, o professor pode adaptar a ausência deles durante a realização da atividade.

Fica a critério do professor, durante a aplicação da atividade, disponibilizar ou não na lousa da sala de aula algumas palavras-chaves. Algumas sugestões, são: energia, fontes renováveis, fontes não renováveis, maior impacto ambiental e menor impacto ambiental. Desse modo, o professor facilita a construção dos mapas conceituais pelos alunos.

2º Momento:

A segunda atividade da etapa de levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, conta com um questionário composto por questões de provas anteriores do ENEM que tratam do tema produção e consumo de energia elétrica.

A seguir, apresenta-se o questionário, que deve ser impresso e aplicado à turma:

NOME _____ Nº _____ SÉRIE _____ DATA ____/____/____

Aula 1 - Questões de provas antigas do Enem

1. Enem 2003

“Águas de março definem se falta luz este ano”. Esse foi o título de uma reportagem em jornal de circulação nacional, pouco antes do início do racionamento do consumo de energia elétrica, em 2001. No Brasil, a relação entre a produção de eletricidade e a utilização de recursos hídricos, estabelecida nessa manchete, se justifica porque:

- A) a geração de eletricidade nas usinas hidrelétricas exige a manutenção de um dado fluxo de água nas barragens.
- B) o sistema de tratamento da água e sua distribuição consomem grande quantidade de energia elétrica.
- C) a geração de eletricidade nas usinas termelétricas utiliza grande volume de água para refrigeração.
- D) o consumo de água e de energia elétrica utilizadas na indústria compete com o da agricultura.
- E) é grande o uso de chuveiros elétricos, cuja operação implica abundante consumo de água.

2. Enem 2010

Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão irá abastecer apenas o município apresentado.

Qual forma de obtenção de energia, entre as apresentadas, é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental?

- A) Termoelétrica, pois é possível utilizar a água do rio no sistema de refrigeração.
- B) Eólica, pois a geografia do local é própria para a captação desse tipo de energia.
- C) Nuclear, pois o modo de resfriamento de seus sistemas não afetariam a população.
- D) Fotovoltaica, pois é possível aproveitar a energia solar que chega à superfície do local.
- E) Hidrelétrica, pois o rio que corta o município é suficiente para abastecer a usina construída.

3. Enem 2014

O governo brasileiro, após análise das características físicas do local, incluindo sismologia, meteorologia, geologia e hidrologia, decidiu construir a usina termonuclear em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro. A escolha desse local foi questionada por parte da sociedade civil, sob a alegação de que essa cidade e um paraíso turístico, próxima de áreas densamente habitadas. Temendo a probabilidade de ocorrer um grave acidente, os defensores propuseram que essa usina fosse instalada em regiões desabitadas, como o Sertão nordestino.

(Disponível em: www.cnen.gov.br. Acesso em: 4 ago. 2012)

A característica que impede que essa usina seja instalada no local proposto pela sociedade civil é o(a):

- A) pequena estabilidade do solo.
- B) baixo Índice pluviométrico anual.
- C) ausência de grandes volumes de água.
- D) baixa movimentação das massas de ar.
- E) elevação da temperatura ao longo do ano.

4. Enem 2016

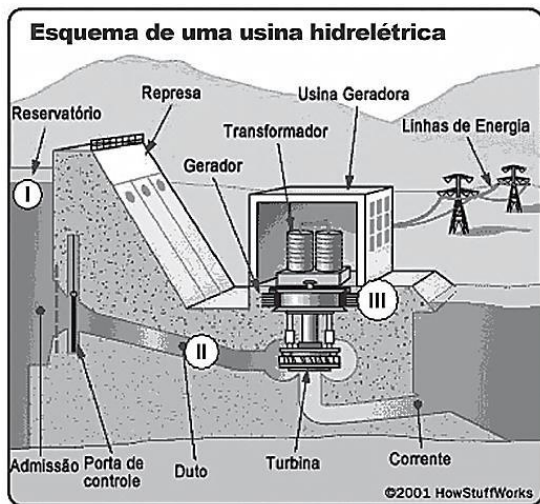
Todo ano, cresce a demanda mundial de energia com o aumento das populações e do consumo. É cada vez mais necessário buscar fontes alternativas que não degradem os recursos do planeta nem comprometam a sobrevivência das espécies. Ainda há muito o que se descobrir sobre o uso eficiente de recursos energéticos provenientes de fontes renováveis, mas elas não estão mais próximas do que parece da adoção em larga escala.

(BARBOSA, M. *A sustentabilidade da energia renovável. Superinteressante, n. 102, 1996*)

Os recursos energéticos do tipo citado são provenientes de:

- A) pilhas.
- B) usinas nucleares e hidrelétricas.
- C) células solares e geradores eólicos.
- D) centrais geotérmicas e termoelétricas.
- E) usinas maremotrizes e combustíveis fósseis

5. Enem 2011



A figura representa o processo mais usado nas hidrelétricas para obtenção de energia elétrica no Brasil. As transformações de energia nas posições I→II e II→III da figura são, respectivamente,

- A) energia cinética → energia potencial e energia cinética → energia elétrica.
- B) energia potencial → energia cinética e energia cinética → energia elétrica.
- C) energia potencial → energia elétrica e energia cinética → energia elétrica.
- D) energia potencial → energia elétrica e energia potencial → energia cinética.
- E) energia cinética → energia elétrica e energia potencial → energia cinética.

6. Enem 2010

A usina hidrelétrica de Belo Monte será construída no rio Xingu, no município de Vitória de Xingu, no Pará. A usina será a terceira maior do mundo e a maior totalmente brasileira, com capacidade de 11,2 mil megawatts. Os índios do Xingu tomam a paisagem com seus cocares, arcos e flechas. Em Altamira, no Pará, agricultores fecharam estradas de uma região que será inundada pelas águas da usina.

BACOCINA, D. QUEIROZ, G.: BORGES, R. Fim do leilão, começo da confusão. Isto é Dinheiro. Ano 13, n.º 655, 28 abr. 2010 (adaptado).

Os impasses, resistências e desafios associados à construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte estão relacionados:

- A) ao potencial hidrelétrico dos rios no norte e nordeste quando comparados às bacias hidrográficas das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país.
- B) à necessidade de equilibrar e compatibilizar o investimento no crescimento do país com os esforços para a conservação ambiental.
- C) à grande quantidade de recursos disponíveis para as obras e à escassez dos recursos direcionados para o pagamento pela desapropriação das terras.
- D) ao direito histórico dos indígenas à posse dessas terras e à ausência de reconhecimento desse direito por parte das empreiteiras.
- E) ao aproveitamento da mão de obra especializada dispo – nível na região Norte e o interesse das construtoras na vinda de profissionais do Sudeste do país.

3.2. Atividade 2: Matriz Elétrica Brasileira

Objetivo:

Apresentar aos alunos os diferentes processos de produção de energia elétrica no Brasil e no Mundo, bem como, as suas principais vantagens e desvantagens.

Desenvolvimento da atividade:

1º Momento:

Utilizando como suporte teórico o material disponível na página da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o professor, por meio de aula expositiva dialogada, deverá trabalhar com os seguintes temas: energia, formas de energia e fontes de energia.

Para isso, com auxílio de um Datashow, o professor deverá projetar o texto principal “Matriz Energética e Elétrica”, presente na página da EPE, e realizar sua leitura junto à turma. Durante a leitura, deverá acessar os seguintes links: “O que é energia?”, “Formas de Energia” e “Fontes de Energia”, presentes no texto principal, e explicar de forma sucinta as temáticas.

Ao término da leitura e das explicações, o professor deverá dividir os estudantes em pequenos grupos e fornecer a cada um cópias dos textos trabalhados anteriormente para futuras consultas dos estudantes.

A seguir, o professor terá acesso ao texto principal e os links para os textos de apoio:

Texto Principal

Matriz Energética e Elétrica

Como vimos no texto **O que é energia?**, precisamos de energia, por exemplo, para acender a luz, preparar nossas refeições e nos transportar de carro até a escola, a praia... Essa **energia** vem de um conjunto de **fontes** que formam o que chamamos de **matriz energética**. Ou seja, ela representa o conjunto de fontes disponíveis em um país, estado, ou no mundo, para suprir a necessidade (demanda) de energia.



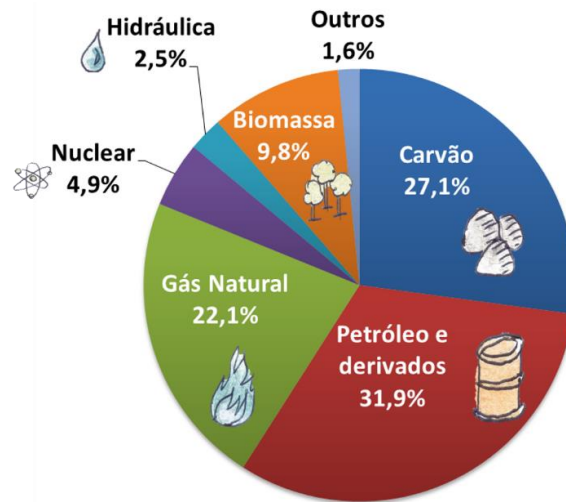
Dica: Antes de conhecer a matriz energética, vale a pena conferir os textos sobre **Formas de Energia e Fontes de Energia**.

Muitas pessoas confundem a matriz energética com a **matriz elétrica**, mas elas são diferentes. Enquanto a matriz energética representa o conjunto de **fontes de energia** disponíveis para movimentar os carros, preparar a comida no fogão e gerar eletricidade, a matriz elétrica é formada pelo conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica. Dessa forma, podemos concluir que a matriz elétrica é parte da matriz energética.

Que tal conhecermos a matriz energética mundial e a brasileira?

MATRIZ ENERGÉTICA

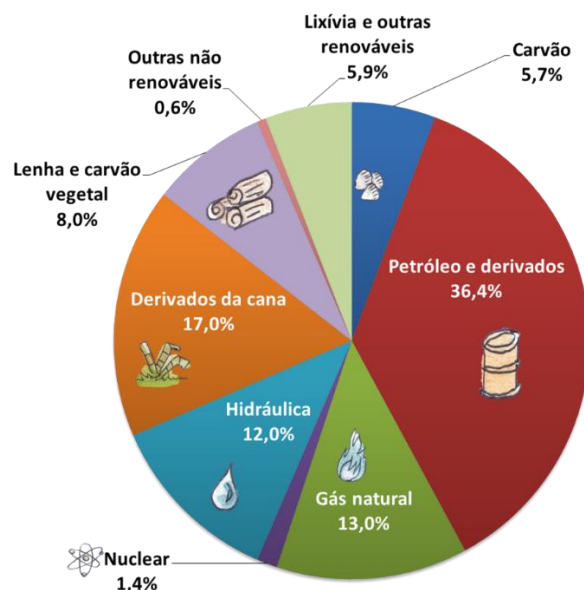
O mundo possui uma matriz energética composta, principalmente, por **fontes não renováveis**, como o carvão, petróleo e gás natural:



Matriz Energética Mundial 2016 (IEA, 2018)

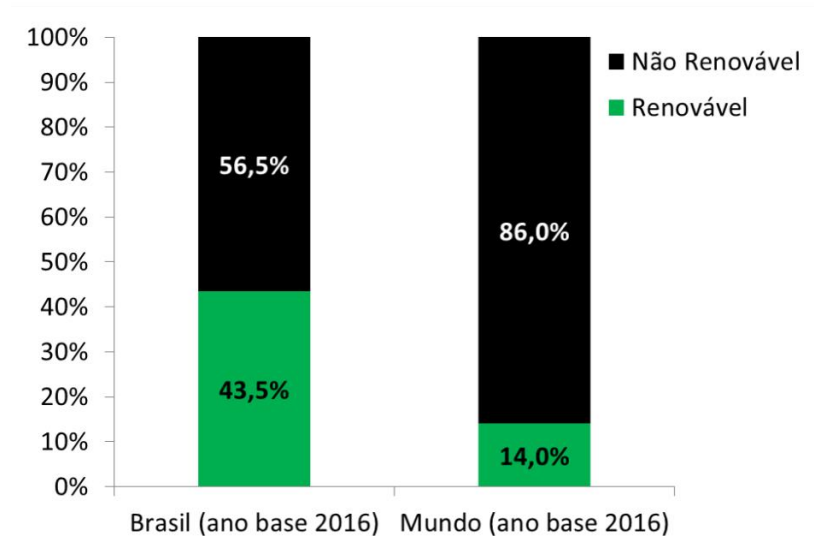
Fontes renováveis como solar, eólica e geotérmica, por exemplo, juntas correspondem a apenas 1,60% da **matriz energética mundial**, assinaladas como “Outros” no gráfico. Somando à participação da energia hidráulica e da biomassa, as renováveis totalizam 14%.

A matriz energética do Brasil é muito diferente da mundial. Por aqui, apesar do consumo de energia de fontes não renováveis ser maior do que o de renováveis, usamos mais fontes renováveis que no resto do mundo. Somando lenha e carvão vegetal, hidráulica, derivados de cana e outras renováveis, nossas renováveis totalizam 42,9%, quase metade da nossa matriz energética:



Matriz Energética Brasileira 2017 (BEN,2018)

Vamos comparar o consumo de energia proveniente de fontes renováveis e não renováveis no Brasil e no mundo?



Percebemos pelo gráfico que a **matriz energética brasileira** é mais renovável do que a mundial.

Essa característica da nossa matriz é muito importante. As fontes não renováveis de energia são as maiores responsáveis pela **emissão de gases de efeito estufa (GEE)**. Como consumimos mais energia das fontes renováveis que em outros países, dividindo a emissão de gases de efeito estufa pelo número total de habitantes no Brasil, veremos que nosso país emite menos GEE por habitante que a maioria dos outros países. Você pode aprender mais sobre esse assunto em [Energia e Aquecimento Global](#).

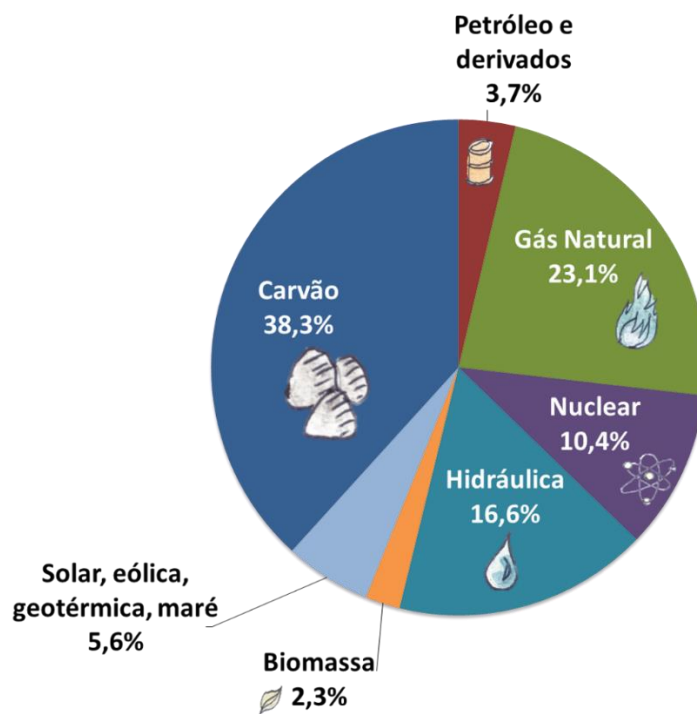
Quer ver como e onde o [petróleo](#) e o [gás natural](#) são produzidos e utilizados? Clique nos links!

Agora que sabemos o que é a matriz energética e conhecemos sua composição no Brasil e no mundo, vamos descobrir mais sobre a matriz elétrica?

MATRIZ ELÉTRICA

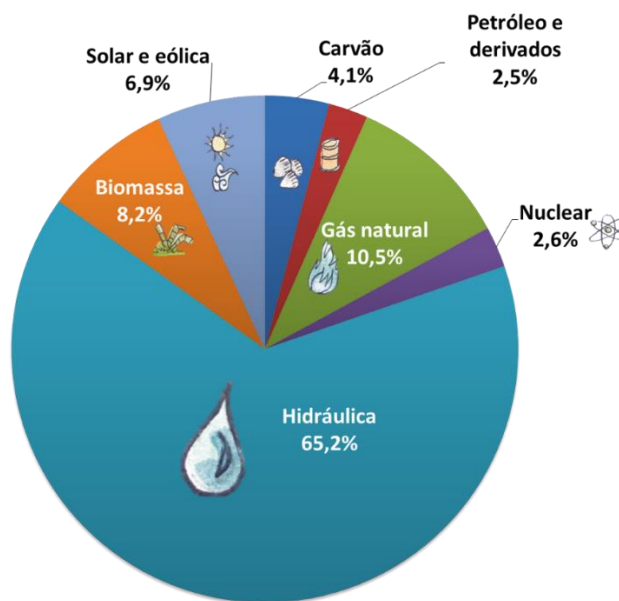
Como já vimos no início desse texto, a matriz elétrica é formada pelo conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica em um país, estado ou no mundo. Precisamos da energia elétrica, por exemplo, para assistir televisão, ouvir músicas no rádio, acender a luz, ligar nossa geladeira, carregar nosso celular, entre tantas outras coisas.

A geração de energia elétrica no mundo é baseada, principalmente, em **combustíveis fósseis** como carvão, óleo e gás natural, em termelétricas. Vamos conhecer a **matriz elétrica mundial**?



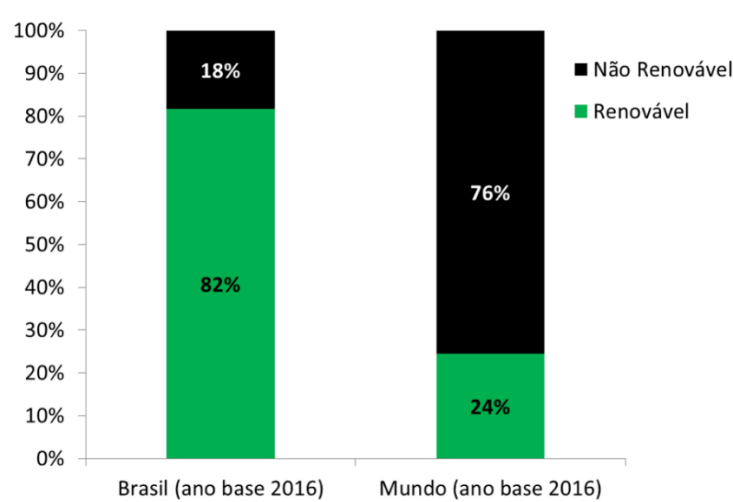
Matriz Elétrica Mundial 2016 (IEA, 2018)

A **matriz elétrica brasileira** é ainda mais **renovável** do que a energética, isso porque grande parte da energia elétrica gerada no Brasil vem de usinas hidrelétricas. A energia eólica também vem crescendo bastante, contribuindo para que a nossa matriz elétrica continue sendo, em sua maior parte, renovável.



Matriz Elétrica Brasileira 2017 (BEN, 2018)

Vamos comparar a utilização de fontes renováveis e não renováveis para a geração de energia elétrica no Brasil e no mundo?



Aprendemos com o gráfico que a matriz elétrica brasileira é baseada em fontes renováveis de energia, ao contrário da matriz elétrica mundial. Isso é ótimo para o Brasil, pois além de possuírem menores custos de operação, as usinas que geram energia a partir de fontes renováveis em geral emitem bem menos gases de estufa.

Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>.

Textos de Apoio:

O que é energia?

<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/o-que-e-energia>

Formas de Energia:

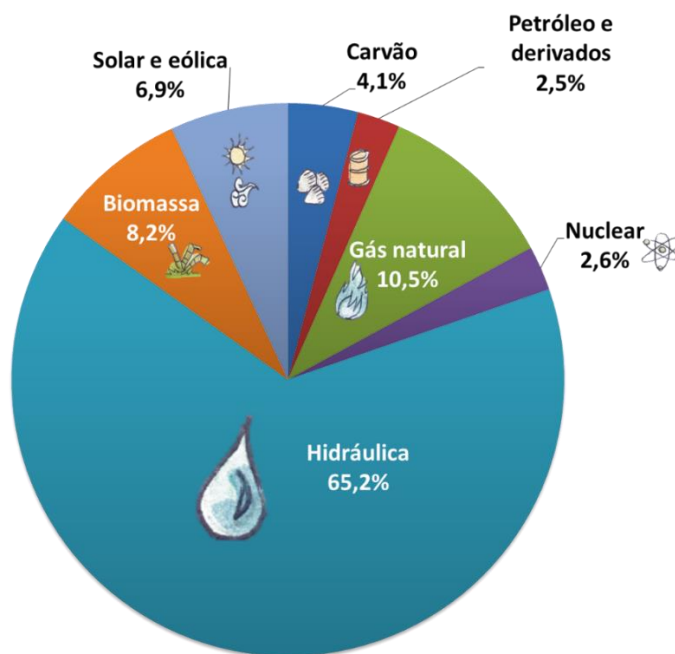
<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/formas-de-energia>

Fontes de Energia:

<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>

Para a próxima aula, cada grupo deverá realizar uma pesquisa das oito principais fontes de energia elétrica presentes na “Matriz Elétrica Brasileira 2017” (Figura 1) e apresentar respostas a alguns questionamentos. Nessa pesquisa, eles deverão avaliar, por exemplo: vantagens, desvantagens, geração de resíduo, região geográfica de maior incidência no Brasil, relação custo-benefício, dentre outros fatores.

Figura 1 – Matriz Elétrica Brasileira 2017



Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Matriz Energética e Elétrica. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 15 dez. 2020.

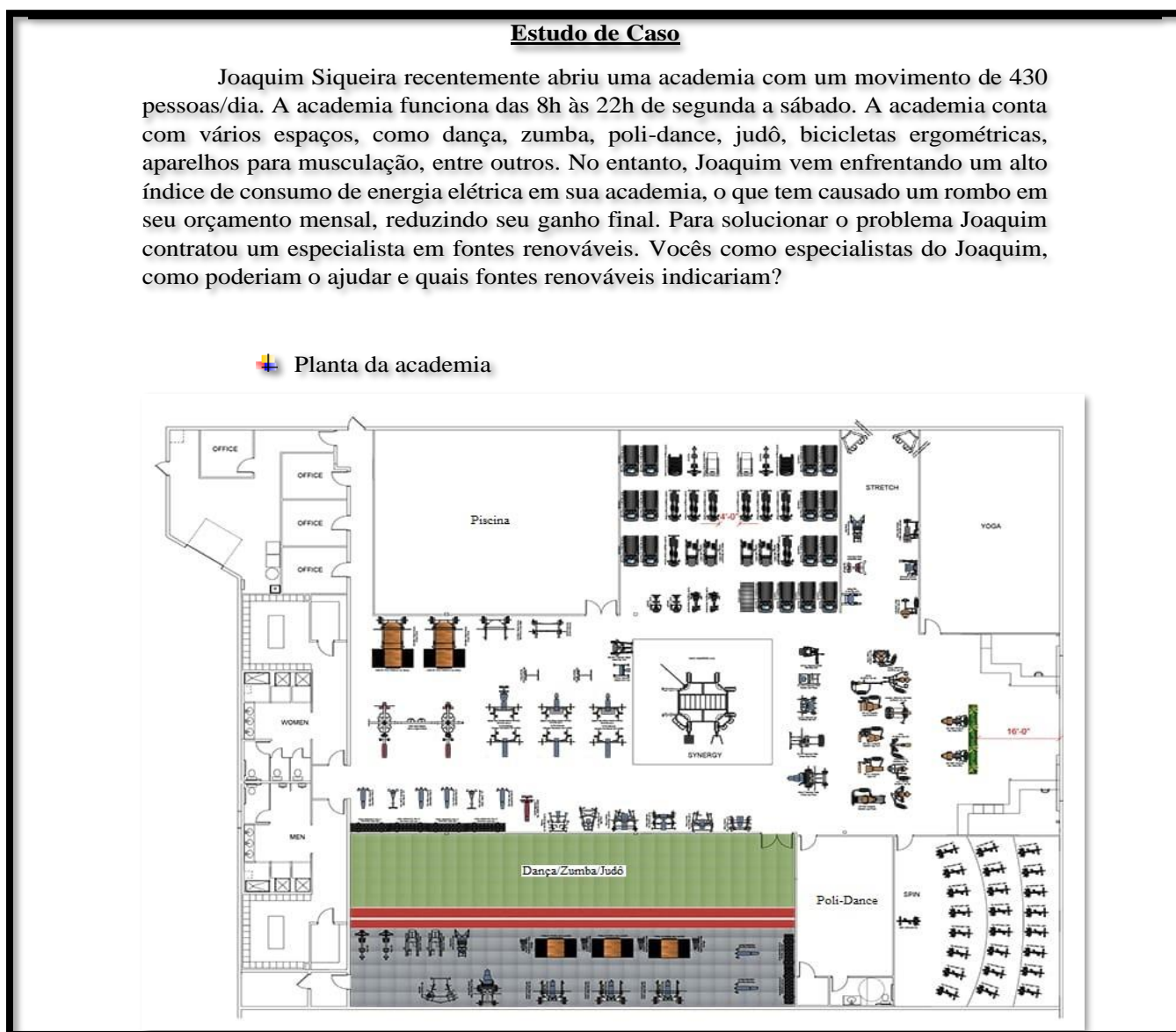
Os grupos terão o prazo de uma semana para preparar seminários sobre o tema, os quais devem ser apresentados na próxima aula da turma.

No momento dos seminários, o professor deverá sortear entre os grupos as oito principais fontes de produção de energia elétrica presentes na Matriz Elétrica Brasileira. Caberá a cada grupo expor para os seus colegas os resultados obtidos. Ao final de cada apresentação, os demais grupos deverão ser incentivados pelo professor a contribuir com informações complementares, a fim de promover pequenos debates, de forma respeitosa e colaborativa, com a mediação do professor.

2º Momento:

Ao término das apresentações, cada grupo receberá um desafio para a próxima aula. O desafio consiste em desenvolver um texto curto, entre 15 a 20 linhas, propondo soluções a um caso fictício (Figura 2), entregue a cada grupo. O estudo de caso envolve o levantamento de formas de economia de energia elétrica em uma academia recentemente inaugurada.

Figura 2 – Estudo de caso fictício proposto aos grupos.

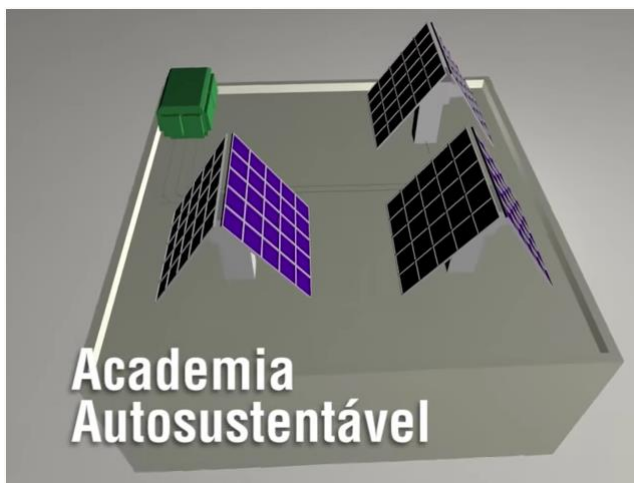


Fonte: Texto- Elaborado pelo autor. Imagem- ARAUJO, E. S. Projeto de Academia. Disponível em: <https://studiotec.com.br/updates/projeto-de-academia-guia-modelos/>. Acesso em: 16 dez. 2020.

No início do próximo encontro, o caso fictício deverá ser apresentado junto com as propostas de soluções de cada grupo.

O professor finalizará a discussão do caso com a exibição do vídeo “Academia Autossustentável” (Figura 3), que apresenta o projeto desenvolvido pela Federação da Indústrias do Estado da Bahia – Unidade Lapinha –, em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). O projeto apresenta diversas soluções de economia de energia elétrica, dentre elas: a instalação de placas fotovoltaicas, a instalação de alternadores nos pontos de rotação dos equipamentos utilizados nos exercícios que transformaram a energia mecânica em elétrica e a instalação de placas piezoelétricas e de mini hidrelétricas nas tubulações internas da academia.

Figura 3 – Imagem do trecho do vídeo “Academia Autossustentável”.



Fonte: ARAUJO, E. S. Projeto de Academia. Disponível em: <https://studiotec.com.br/updates/projeto-de-academia-guia-modelos/>. Acesso em: 16 dez. 2020.

3.3. Atividade 3: Como a energia elétrica chega a sua casa?

Objetivo:

Levantar os conhecimentos prévios dos alunos quanto a compreensão do funcionamento geral das linhas de transmissão de energia elétrica e, a partir daí, promover intervenções adequadas e em conformidade às necessidades observadas pelo professor.

Desenvolvimento da atividade:

1º Momento:

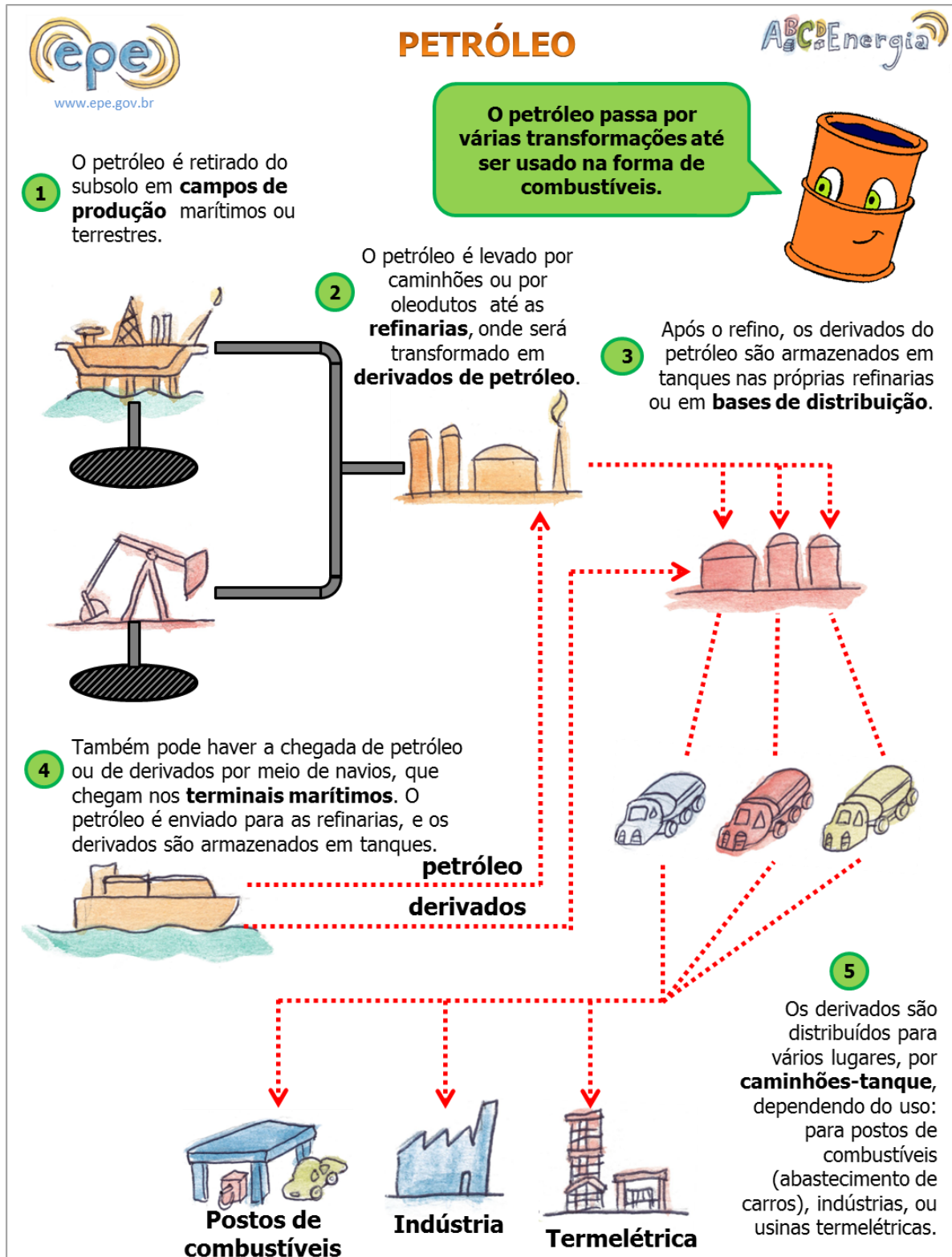
Com a turma dividida em pequenos grupos, o professor deverá propor a cada grupo a construção de um infográfico que explique o caminho que a energia elétrica percorre até chegar em suas casas.

Caso a turma não apresente familiaridade com a estratégia de ensino escolhida, o professor poderá utilizar a sequência de slides abaixo, com o intuito de orientá-los na construção dos infográficos.

Slide 1 – Professor(a), neste slide, é possível explicar o significado do infográfico como a junção de elementos gráficos e visuais.



Slide 2 – No slide a seguir, é possível observar um exemplo de infográfico que apresenta, por meio de ilustrações e informação, o caminho que o petróleo realiza da sua extração ao consumidor final.



Slide 3 – Neste slide, têm-se mais um exemplo de infográfico que apresenta, por meio de ilustrações e informação, a receita de brigadeiro. O professor nesse momento deve deixar claro aos estudantes que a estratégia de ensino escolhida se encontra presente em seu cotidiano.

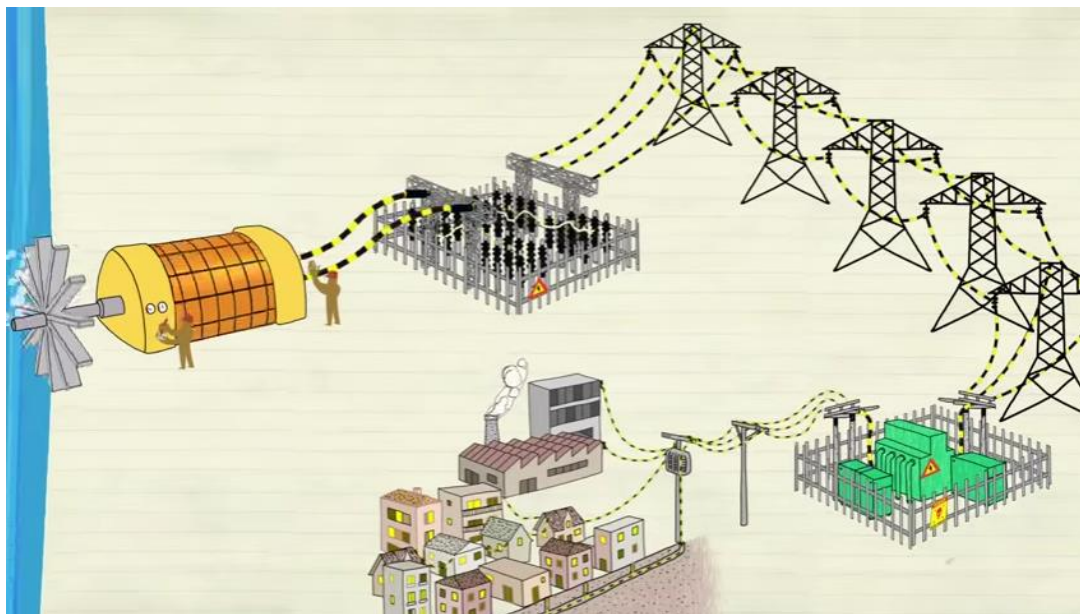


Para a construção dos infográficos, forneça aos grupos um kit, contendo os seguintes materiais: folha sulfite, lápis de cor e canetinha. A construção do infográfico não está atrelada aos materiais, sendo assim, o professor pode adaptar a ausência deles durante a realização da aula.

2º Momento:

Após a construção dos infográficos pelos grupos, o professor deverá exibir o vídeo “Energia Elétrica: do gerador ao consumidor” (Figura 4), que apresenta de forma clara o caminho que a energia elétrica percorre até chegar nas residências.

Figura 4 – Imagem do trecho do vídeo “Energia Elétrica: do gerador ao consumidor”



Fonte: ELETROPAULO. Energia Elétrica: do gerador ao consumidor. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=h048IXiEptY>. Acesso em: 18 out. 2019.

Por fim, realizar a leitura compartilhada da reportagem: “7 perguntas para entender o caminho da energia no Brasil”:

Texto

7 perguntas para entender o caminho da energia no Brasil

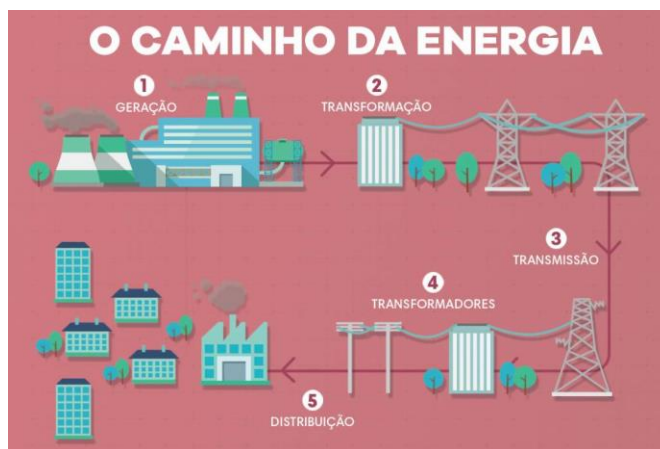


O trajeto percorrido pela energia elétrica, desde a sua geração até as residências e as empresas, ainda é um processo pouco conhecido pela população em geral. Antes de se transformar em eletricidade para ligar uma lâmpada ou um equipamento, a energia percorre um longo caminho, cruza centenas de quilômetros de linhas de transmissão pelo país e sofre mudanças a todo momento.

Embora seja considerada um recurso essencial para os cidadãos, a eletricidade ainda não é acessível a todos. Entender como funciona o caminho da energia é um dos primeiros passos para formar indivíduos bem informados, capazes de fazer um consumo consciente e aptos até a produzir sua própria eletricidade. Listamos perguntas e respostas comuns sobre como funciona a geração, transmissão e distribuição da energia no Brasil. Veja a seguir.

1. Como a eletricidade chega até a minha casa?

Podemos dividir esse processo em algumas partes. Confira, abaixo, o trajeto percorrido pela eletricidade desde o momento de sua geração:



- 1_ A maior parte da energia é produzida em hidrelétricas distantes dos centros de consumo, o que exige longas linhas de transmissão e dificulta o acesso à energia em regiões remotas.
- 2_ A energia é transformada e passa a ter alta-tensão para percorrer distâncias extensas. Isso resulta em perdas que reduzem a qualidade da energia.
- 3_ As distâncias dos cabos aumentam o risco de imprevistos, causam perdas e podem tornar a rede instável em algumas regiões.
- 4_ A energia ganha o formato ideal de consumo. Para residências, ela sofrerá uma redução em sua tensão. Já para empresas e indústrias, é transformada, mas permanece com tensão elevada.
- 5_ É quando a energia chega aos locais de consumo. Se estiver instável, pode comprometer equipamentos mais sensíveis.

2. Por que acontecem apagões?

“No Brasil, a maior parte da energia é produzida longe dos principais centros de consumo. Toda vez que se percorrem longas distâncias, as chances de acontecerem imprevistos aumentam”, diz José Aquiles Baesso, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). Os apagões representam, portanto, a fragilidade no sistema de transmissão das redes elétricas e podem ser causados por falhas nos equipamentos de proteção dos cabos de transmissão ou até mesmo por um eventual pico de consumo.

Mas o principal motivo são os fenômenos naturais, como quedas de árvores e descargas elétricas. Todo o fornecimento é prejudicado quando tempestades provocam um desligamento na rede, por exemplo. Com o risco de o resto do sistema não suprir toda a demanda, o abastecimento é interrompido para proteger a rede de danos maiores.

“Dependendo de onde ocorrer a falha, ela criará uma reação em cadeia. É possível acontecer um apagão em um bairro, em uma cidade, em uma região inteira ou até mesmo em todo o sistema do país porque a rede está interligada”, explica Aquiles.

Para evitar esses problemas, existe no Brasil, desde 2013, a Rede de Gerenciamento de Energia (Reger). Trata-se de um sistema operacional inteligente que unifica os quatro centros de operação regional do país com o centro do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), órgão responsável por coordenar a geração e a transmissão de energia elétrica em todo o Brasil.

Se um imprevisto acontece em uma região, o sistema é capaz de se reorganizar para suprir a demanda com a energia produzida em outro centro regional, o que ajuda a evitar interrupções indesejadas. Isso só é possível graças à gestão automática da energia elétrica que trafega no país realizada pela Reger.

3. A qualidade da energia muda de acordo com as regiões do país?

A quantidade do recurso que é dissipada no caminho feito pela energia afeta diretamente a qualidade da eletricidade fornecida em algumas regiões. “Perdemos 17% de tudo que produzimos. Isso equivale a uma usina hidrelétrica de Itaipu e tem um custo muito grande para a sociedade porque cria a necessidade de gerar mais energia do que o necessário”, explica Agostinho Pascalicchio, professor de engenharia elétrica da Universidade Presbiteriana Mackenzie. “Nossa tarifa elétrica é uma das mais caras do mundo. Por isso a importância de projetos que produzam a energia próximo dos centros de consumo.”

A eletricidade é avaliada por meio da tensão com que chega à casa das pessoas e pelo número de interrupções que sofre mensalmente. Uma concessionária que deseja permanecer no mercado deve cumprir uma série de exigências da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), que determina a qualidade da energia.

Para uma concessionária aumentar a tarifa e ter mais lucro, ela precisa apresentar relatórios que comprovem melhorias nos indicadores do fornecimento. “Existe um esforço em melhorar o serviço prestado. Mas as empresas das regiões Sul e Sudeste são as que têm melhores indicadores. E isso impacta na qualidade do fornecimento”, diz Aquiles, da Poli.

4. A energia que abastece residências é diferente da que vai para empresas?

Não há distinção na qualidade da energia que é entregue para companhias e casas de uma região. A diferença é a forma como ela é entregue. A tensão com a qual chega às indústrias é maior. Por isso, elas instalam equipamentos que controlam a energia em alta-tensão e a distribuem para as máquinas. Já em residências, as exigências de segurança são mais simples, pois elas recebem a energia em baixa tensão.

As empresas têm duas conexões com a rede. Se uma delas for rompida, o fornecimento não será cortado para não parar a linha de produção. Em residências, se os cabos se romperem, será preciso solicitar o reparo. “Se compararmos com uma indústria, não há grandes prejuízos para uma casa caso ela fique sem energia por um curto período”, diz Aquiles.

Além disso, segundo Pascalicchio, a energia precisa ser transmitida em alta-tensão para percorrer grandes distâncias, o que resulta em perdas que poderiam ser evitadas caso a produção fosse próxima da região de consumo. Matrizes renováveis de energia, como a solar e a eólica, geram eletricidade em baixa tensão e podem ser instaladas pelos consumidores, que ganham independência para produzir eletricidade.

5. Por que a energia em algumas casas é tão instável?

A falta de investimentos na proteção e substituição de cabos de transmissão é uma das razões que tornam o fornecimento de energia vulnerável à ação de chuvas e quedas de árvores. Mas nem sempre uma instabilidade na rede pode ser considerada uma falha. “A luz piscar de vez em quando, por exemplo, é um tipo de interrupção de milissegundos que pode acontecer por diversos motivos, como variações na frequência em que é gerada a energia. Isso é normal, desde que não sejam ultrapassados os limites estabelecidos pela Aneel”, explica Pascalicchio.

Caso exceda o tempo permitido, máquinas e equipamentos mais sensíveis podem ser afetados, o que reduz o tempo de vida útil dos aparelhos. A modernização das infraestruturas da rede para torná-la inteligente é a melhor solução para esse problema. Novas tecnologias de smart grid automatizam a distribuição e a transmissão de energia, além de serem capazes de monitorar os consumidores em tempo real, o que permite aos técnicos das concessionárias identificarem falhas no fornecimento.

6. Como tornar o caminho da energia mais seguro e eficiente?

Mesmo com soluções de grande porte para a rede nacional, como a Reger, os especialistas consideram que a energia mais segura e eficiente é aquela produzida o mais próximo possível do ponto de consumo. Com isso, as perdas no meio do caminho acabam e a energia ainda pode ser produzida na tensão de consumo, o que facilita a distribuição.

“Uma casa em um bairro residencial precisa que a energia chegue com tensão de 220 volts. Se já é produzida nessa tensão, ela é a mais segura que existe. As tecnologias têm caminhado para propor soluções nesse sentido, como a geração distribuída, que resulta em um caminho seguro para a energia, reduz muito as perdas e quase acaba com os riscos de apagões”, afirma Pascalicchio, do Mackenzie. Segundo o professor, o estímulo a uma energia segura, no Brasil, ainda está em fase inicial, mas existe uma tendência do mercado nessa direção.

7. Por que algumas áreas do país ainda não têm eletricidade?

Levantamento da Aneel divulgado este ano revela que há 1 milhão de residências sem luz no país, sendo que a maior parte está nas regiões Norte e Nordeste. Isso acontece porque considerava-se inviável economicamente construir quilômetros de cabos de transmissão para atender pequenas comunidades.

O cenário tende a mudar com a geração distribuída e por meio da instalação de painéis solares nas residências, por exemplo. “É uma questão humanitária. Mesmo se considerarmos a parte econômica, com

as tecnologias que existem hoje no mercado, ficou mais barato implementar projetos de energia renovável que não dependem de baterias e nem de linhas de transmissão e distribuição. Não existem mais justificativas para comunidades ficarem sem acesso à energia”, diz Pascalicchio.

Disponível em: <https://exame.abril.com.br/tecnologia/7-perguntas-para-entender-o-caminho-da-energia-no-brasil/>

3º Momento:

- Por fim, o professor solicitará que os grupos adequem seus infográficos com base na fundamentação teórica apresentada.

3.4. Atividade 4: Estudo de Caso – “Palmas para a sua solução”

Objetivo:


Apresentar a turma um estudo de caso e, a partir das informações presentes no caso, os estudantes devem identificar as possíveis estratégias para solucioná-lo, considerando as fontes renováveis de produção de energia elétrica que mais se adequam à região sudeste de Tocantins (descrita no caso).

Desenvolvimento da atividade:

Divididos em pequenos grupos, os alunos receberão cópias do texto “*Palmas para a sua solução*” (Figura 5), história criada por Leandro Ribeiro Pereira e Marcio Rogério Cardinal, presente no livro *Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais*.

Figura 5 – Texto “Palmas para a sua solução”.

Estudo de caso: ‘Palmas para sua solução’



Leandro Ribeiro Pereira e Marcio Rogério Cardinal

Seu Carlos era um empresário bem-sucedido da capital paulista, até que decidiu, na década de 1990, comprar terras no Tocantins. Amante dos animais e da natureza, logo abandonou os negócios e foi viver no novo Estado.

Tudo, no início, foi difícil: a distância, a dificuldade de locomoção e a falta de energia elétrica. Esta última, seu Carlos resolveu investindo em uma pequena hidrelétrica, que aproveita uma queda d’água de um rio que passa por sua propriedade.

Porém, ele está enfrentando dificuldades, pois o volume de chuva diminuiu no Sudeste do Tocantins, fazendo o rio praticamente secar e comprometendo a geração de energia. Como a rede pública de energia está longe de suas terras, seu Carlos terá que colocar a mão no bolso para investir em alternativas de geração de energia, sob a orientação de Juliano, um engenheiro que estagiou em suas empresas em São Paulo e hoje é especialista do ramo de energia.

Seu Carlos fez uma ligação para o engenheiro, pedindo orientação:

- Juliano, como vai? Aqui é Carlos Simplório.
- Olá, seu Carlos, há quanto tempo. A que devo a honra de sua ligação?
- Preciso de ajuda, aquela hidrelétrica que instalei em minhas terras não está dando conta de abastecer a fazenda. Sabe como é... Aumentou o número de máquinas e de funcionários por conta da expansão da área plantada de cana, assim como o número das cabeças de gado. Para ajudar, este ano não está chovendo. Tenho que investir em outra forma de geração de energia, mas você me conhece e sabe o quanto eu amo a natureza, não quero prejudicá-la.
- Seu Carlos, deixa comigo. Vou estudar o clima de seu Estado e dar uma solução para o problema, procurando uma forma de energia economicamente viável e que não cause um grande impacto ambiental.
- Obrigado, Juliano. Sabia que você poderia me ajudar.
- Grande abraço, seu Carlos. Retornarei sua ligação em breve.

Imagine que você está incumbido de ajudar Juliano. Estude o clima do Estado do Tocantins e as diferentes formas de geração de energia, para indicar duas soluções para o problema de seu Carlos e argumentar a favor de uma delas.

Fonte: CARDINAL e PEREIRA (2016, p. 101-102). Disponível em: https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/06/2016-Estudos_de_Caso.pdf. Acesso em: 16 de dez. 2020.

Após a leitura do texto pelo professor, os alunos assistirão à reportagem “Sudeste de Tocantins sofre com a seca” (Figura 6), que apresenta a problemática enfrentada pelos moradores da localidade.

Figura 6 – A imagem apresenta trecho da reportagem “Sudeste de Tocantins sofre com a seca”.



Fonte: EBC Notícias. Sudeste de Tocantins sofre com a seca. 2013. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/noticias/brasil/galeria/videos/2013/08/sudeste-de-tocantins-sofre-com-a-seca>. Acesso em: 28 out. 2019.

Em seguida, os estudantes divididos em grupos devem pesquisar, via dispositivo móvel ou na sala de informática da escola, o clima da região, com o intuito de fundamentar as suas escolhas e com base na pesquisa realizada na segunda atividade da sequência didática “Matriz Elétrica Brasileira”, optando por duas fontes renováveis de produção de energia elétrica.

Após o aprofundamento das pesquisas pelos grupos sobre cada uma das formas de energia escolhidas, os integrantes de cada grupo devem escolher uma das formas como melhor solução para o caso. Com a opção de energia definida como solução, cada grupo deve argumentar, frente aos colegas, a favor de sua escolha. O professor deve mediar um fechamento com os alunos das opções mais adequadas para o caso apresentado.

As soluções sugeridas pelo livro *Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais* para essa atividade é a utilização do bagaço da cana para a geração de energia elétrica ou a transformação da energia solar, que se apresenta de forma intensa naquela região do país, em energia elétrica.

3.5. Atividade 5: Júri Simulado

Objetivo:

Incentivar a análise, a argumentação e o posicionamento crítico dos alunos em torno da produção e o uso social da energia elétrica.

Desenvolvimento da atividade:

1º Momento:

Inicialmente, por meio de aula expositiva dialogada, o professor deve apresentar aos estudantes a importância das audiências públicas junto às comunidades e às últimas audiências realizadas na cidade em que a sequência didática está sendo aplicada.

O texto “Audiência Pública”, em conjunto com o vídeo “Já ouviu falar em audiência pública?”, devem ser utilizados pelo professor neste momento inicial da atividade como material de apoio.

Texto

Audiência Pública

Dentre vários instrumentos de participação popular para políticas públicas, temos a Audiência Pública, onde é disponibiliza informações, esclarece dúvidas, abre debates e presta contas à sociedade sobre ações e projetos públicos de relevante impacto ou interesse social.

O que é uma Audiência Pública?

A Audiência Pública é um mecanismo de participação popular, garantido pela Constituição Federal de 1988 e regulado por Leis Federais, constituições estaduais e leis orgânicas municipais. Tem caráter presencial, consultivo, aberto a qualquer interessado, com a possibilidade de manifestação oral dos participantes, cujo objetivo é subsidiar decisões governamentais.

Como participar das Audiências?

A Audiência Pública é um momento em que você e sua comunidade podem representar seus próprios interesses, esclarecer dúvidas e dar opiniões junto ao poder público. Para saber quando uma Audiência irá acontecer, é preciso ficar atento às informações divulgadas na imprensa local, no Diário Oficial e nas

páginas na Internet dos órgãos competentes. Ainda – e mais importante – é preciso se organizar e PARTICIPAR, pois elas constituem um espaço importante de discussão de temas que orientarão a tomada de decisão!

Disponível em: <http://cidadania.sorocaba.sp.gov.br/audienciapublica/>

Figura 7 – A imagem apresenta trecho do vídeo “Já ouviu falar em audiência pública?”.



Fonte: JUSTIÇA ELEITORAL. Já ouviu falar em audiência pública? 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LpoZ2G4dcY4>. Acesso em: 16 dez. 2020.

Em seguida, o professor deve apresentar à turma uma situação-problema fictícia envolvendo a instalação de uma usina hidrelétrica na cidade de Antonio Cordeiro, onde essa instalação está atrelada à aprovação em audiência pública, com mostra a figura 8.

Figura 8 – Situação-problema – Audiência pública: Usina hidrelétrica de Cordeiro.

Audiência Pública- Usina Hidrelétrica de Cordeiro

A Secretaria de Planejamento e Projetos de Antonio Cordeiro – São Paulo/SP publicou edital de convocação de audiência pública visando a obtenção dos licenciamentos para construção de uma Usina Hidrelétrica na zona rural do município.

O Projeto da Usina de Cordeiro no Rio Laranjeiras, com capacidade de 47 MW, será agora apresentado em audiência pública junto as populações envolvidas. Serão instaladas três turbinas e erguida uma barragem de 33 metros, com 495 metros de comprimento.

O reservatório ocupará uma área de 9,41 km² com um volume de água de 127,7 milhões de m³, afetando áreas de preservação, os agricultores que ali trabalham e residem, o pequeno comércio local e os demais moradores. O tempo para a construção é de aproximadamente quatro anos e a previsão é que o empreendimento gere 800 empregos diretos.



Figura 1: O mapa prevê como o empreendimento será construído na zona rural de Antonio Cordeiro.

A audiência pública contará com a presença dos seguintes seguimentos da sociedade ligados ao projeto: Fundação SOS Antonio Cordeiro, Empresa Tesla, Secretaria de Planejamento e Projetos de Antonio Cordeiro, Associação de Moradores Rurais de Antonio Cordeiro, Agricultores e Comerciantes.

Fonte: História adaptada pela autora a partir do texto: FOCHZATO, I. C. Apresentados relatórios e estudos para hidrelétrica Salto Grande no Rio Chopim. Disponível em: <https://rbj.com.br/meio-ambiente/apresentados-relatorios-e-estudos-para-hidreletrica-salto-grande-rio-chopim-3658.html>. Acesso em: 05 de nov. 2019.

Após o contato inicial com a situação-problema, sugere-se que o professor divida os grupos já criados durante o desenvolvimento da sequência didática em:

- Fundação SOS Antonio Cordeiro;
- Empresa Tesla;
- Secretaria de Planejamento e Projetos de Antonio Cordeiro;
- Associação de Moradores Rurais de Antonio Cordeiro;
- Agricultores; e
- Comerciantes.

A divisão deve levar em conta as potencializadas individuais de cada estudante para que eles possam desempenhar, durante a audiência pública, as funções que lhes foram atribuídas.

2º Momento:

Cada grupo, de acordo com o seu posicionamento favorável ou contrário à instalação da usina hidrelétrica, realizará o levantamento de argumentos e a elaboração de perguntas aos grupos opositores. Todo esse processo deve ser acompanhado e mediado pelo professor.

3º Momento:

Durante a realização da audiência pública, o professor ocupará o lugar de juiz (mediador). Cada grupo terá, no máximo, cinco minutos para realizar suas argumentações iniciais.

Ao término das argumentações, os grupos passarão a questionar os seus opositores com, no máximo, duas perguntas. Tendo cada grupo cerca de dois minutos para defender as suas ideias perante o júri. O júri deverá ser constituído por alunos convidados da mesma unidade de ensino, não participantes da sequência didática.

Por fim, os jurados devem ser levados a outro ambiente, onde realizarão uma reunião e uma votação. A decisão deve ser apresentada aos membros da audiência pública por meio de nota escrita pelos jurados e lida pelo professor.

3.6. Atividade 6: Construção de mapa conceitual

Objetivo:

Avaliar o alcance da sequência didática para a modificação dos conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes na primeira atividade.

Desenvolvimento da atividade:

Nesse momento, o professor deverá orientar os estudantes na construção de um novo mapa conceitual capaz de apresentar os conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento da sequência didática.

Para a construção dos mapas conceituais, aos alunos deverão receber um kit, contendo os seguintes materiais: folha sulfite para rascunho, folha sulfite A3 para a construção do mapa conceitual, lápis de cor, canetinha, post-it, cola, tesoura e régua. A construção do mapa não está atrelada aos materiais, sendo assim, o professor pode adaptar a ausência deles durante a realização da atividade.

Fica a critério do professor a utilização dos slides apresentados na Atividade 1 (Conhecimentos prévios dos estudantes) para a retomada dos elementos que compõe os mapas conceituais.

4. Considerações Finais

Caro professor(a), a elaboração e a avaliação do produto educacional “Uma sequência didática para o ensino do tema: ‘Produção e consumo de energia elétrica’”, durante o processo de ensino-aprendizagem, indicaram o desenvolvimento cognitivo e o pensamento crítico dos alunos perante a temática trabalhada.

Durante à aplicação do produto educacional foi possível encontrar evidências de que os referenciais teóricos de ensino, em conjunto com as diferentes estratégias, mostraram-se eficientes, uma vez que os alunos demonstraram ao longo das atividades uma melhor compreensão dos temas trabalhados.

Uma evidência da eficiência do produto foi observada ao comparar os mapas conceituais desenvolvidos pelos alunos no momento inicial de levantamento dos conhecimentos prévios, com os mapas construídos no fim da sequência didática, onde foi encontrado um número maior de conceitos e uma maior coerência.

Nesse sentido, caro(a) professor(a), espera-se que o produto educacional o ajude no processo de

ensino-aprendizagem da temática produção e consumo de energia elétrica, tornando-se uma ferramenta educacional útil durante as suas aulas de Física na educação básica.

5. Referências

ARAUJO, E. S. Projeto de Academia. “Disponível em:” <https://studiotec.com.br/updates/projeto-de-academia-guia-modelos/>. Acesso em: 16 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

EBC Notícias. Sudeste de Tocantins sofre com a seca. 2013. “Disponível em:” <http://www.ebc.com.br/noticias/brasil/galeria/videos/2013/08/sudeste-de-tocantins-sofre-com-a-seca>. Acesso em: 28 out. 2019.

ELETROPAULO. Energia Elétrica: do gerador ao consumidor. 2016. “Disponível em:” <https://www.youtube.com/watch?v=h048IXiEptY>. Acesso em: 18 out. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Fontes de Energia. “Disponível em:” <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: 15 dez. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Formas de Energia. “Disponível em:” <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/formas-de-energia>. Acesso em: 15 dez. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Matriz Energética e Elétrica. “Disponível em:” <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 15 dez. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. O que é energia? “Disponível em:” <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/o-que-e-energia>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FEDERAÇÃO DA INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA. Academia Autosustentável. 2015. “Disponível em:” https://www.youtube.com/watch?v=yV_x0Li7smg. Acesso em: 16 dez. 2020.

FOCHZATO, I. C. Apresentados relatórios e estudos para hidrelétrica Salto Grande no Rio Chopim. “Disponível em:” <https://rbj.com.br/meio-ambiente/apresentados-relatorios-e-estudos-para-hidreletrica-salto-grande-rio-chopim-3658.html>. Acesso em: 05 de nov. 2019.

JUSTIÇA ELEITORAL. Já ouviu falar em audiência pública? 2018. “Disponível em:” <https://www.youtube.com/watch?v=LpoZ2G4dcY4>. Acesso em: 16 dez. 2020.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. 1ª ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

PEREIRA, L. R; CARDINAL, M. R. Estudo de Caso: ‘Palmas para sua solução’. *In*: QUEIROZ, S. L; CABRAL, P. F.O. Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais. São Carlos, SP: Art Point Gráfica e Editora, 2016. p. 101 – 108.

REVISTA EXAME. 7 perguntas para entender o caminho da energia no Brasil. “Disponível em:” <https://exame.abril.com.br/tecnologia/7-perguntas-para-entender-o-caminho-da-energia-no-brasil/>. Acesso em: 18 ago. 2019.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência –Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. ENSAIO. Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 02, n. 02, p. 110-132, dezembro de 2002.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Currículo Paulista Etapa Ensino Médio, 2020.

SOROCABA. Prefeitura Municipal. Audiência Pública. “Disponível em:” <http://cidadania.sorocaba.sp.gov.br/audienciapublica/>. Acesso em: 04 jan. 2021.

ZABALA, A. A prática educativa: unidades de análise. *In*: ZABALA, A. A Prática Educativa: Como ensinar. Tradutor Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 13 – 24.

ZABALA, A. As sequências didáticas e as sequências de conteúdo. *In*: ZABALA, A. A Prática Educativa: como ensinar. Tradutor Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 53 – 87.