

APRENDIZAGEM BASEADA EM CASOS: UMA PROPOSTA DIDÁTICA COM ENFOQUE CTS SOBRE A MATRIZ ELÉTRICA AMAZÔNICA E FONTES DE ENERGIA ALTERNATIVAS

Case-Based Learning: A teaching proposal with a CTS focus on the Amazon electrical matrix and alternative energy sources

Isabela dos Santos Carvalho [isabelacarvalho194@gmail.com]
Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemáticas
Universidade Federal do Pará, Belém, PA

Silvana Perez [silperez_1972@hotmail.com]
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Universidade Federal do Pará, Belém, PA

Recebido em: 15/09/2022

Aceito em: 10/04/2023

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo analisar os resultados da implementação de uma proposta didática utilizando a Aprendizagem Baseada em Casos com estudantes de ensino médio. O uso de casos no ensino de Física possibilita que o aluno tome algum posicionamento durante a abordagem, desenvolvendo assim seu senso crítico e habilidades argumentativas. O caso proposto envolve a problemática do uso de fontes alternativas para geração de energia elétrica em comunidades distantes de grandes cidades na região Amazônica brasileira. A proposta se baseia no enfoque CTS, com grande relevância social e ambiental, e busca motivar os alunos para estudarem a matriz energética Amazônica e a viabilidade do uso de fontes renováveis de energia neste contexto. Inicia-se com a apresentação do caso, em torno do qual é realizado um estudo em equipe, orientado pela mediadora, finalizando com um debate. Durante a implementação, a sala de aula foi dividida em equipes, que ficaram encarregadas de defender uma fonte de energia específica. Como preparação para o debate, foi estudada a estrutura geral do ciclo argumentativo, habilitando os alunos a defenderem seus pontos de vista, com base em argumentos lógicos e justificativas científicas e sociais sobre a melhor opção energética para a região. Também foram trabalhadas habilidades envolvendo a pesquisa e produção de textos. Foi estimulada a habilidade artística por meio da produção de infográficos de apoio. Os materiais produzidos pelos grupos e os áudios do debate foram coletados e sua análise foi realizada com o uso de rubricas de avaliação. Como resultado, observou-se que os estudantes conseguiram compreender a proposta e desenvolver o ciclo argumentativo, mostrando-se capazes de argumentar cientificamente, trazendo para o debate diferentes pontos de vista, bem como assimilando conceitos científicos.

Palavras-chave: CTS; Aprendizagem Baseada em Casos; Matriz Energética Amazônica; Argumentação; Ensino de Física.

Abstract

The present work aimed to analyze the results of the implementation of a didactic proposal using Case-Based Learning with high school students. The use of cases in Physics teaching allows the student to take some position during the approach, thus developing their critical sense and argumentative skills. The proposed case involves the problem of the use of alternative sources for electricity generation, in communities far from large cities, in the Brazilian Amazon region. The proposal is based on the CTS approach, with great social and environmental relevance, and seeks to motivate students to study the Amazon energy matrix and the feasibility of using renewable energy sources in this context. It begins with the presentation of the case, around which a study is carried out

by the students, guided by the mediator, ending with a debate. During the implementation, the classroom was divided into two groups, who were tasked with defending a specific energy source. As a preparation for the debate, the general structure of the argumentative cycle was studied, enabling students to defend their points of view, based on logical arguments and scientific and social justifications about the best energy option for the region. Skills involving research and text production were also worked on. Artistic skill was stimulated through the production of supporting infographics. The materials produced by the groups and the audios of the debate were collected and their analysis was carried out using evaluation rubrics. As a result, it was observed that students were able to understand the proposal and develop the argumentative cycle, showing themselves to be able to argue scientifically, bringing different points of view to the debate, as well as assimilating scientific concepts.

Keywords: CTS; Case-Based Learning; Amazon energy matrix; Argumentation; Physics Teaching

Introdução

Um dos maiores desafios da educação a nível mundial é propor mudanças no ambiente escolar que acompanhem o desenvolvimento tecnológico e científico, para que os estudantes sejam mais estimulados a desenvolver sua aprendizagem contemplando as dimensões procedimental (medir, calcular, construir dispositivos, questionar etc.), conceitual (domínio conceitual dos principais modelos e teorias da ciência) e atitudinal (posturas em relação ao conhecimento científico, à sala de aula e ao trabalho em equipe, motivação para o estudo da ciência, a comunicação científica, o diálogo, o respeito à fala do colega) (AZEVEDO, 2004). Associado ao domínio dessas dimensões, a escola do novo milênio deve potencializar a formação de cidadãos capazes de se posicionar criticamente em questões de cunho técnico-científico, entendendo a complexidade das discussões envolvendo aquecimento global, desenvolvimento sustentável, entre outras (FRAIHA et al 2018; DE PAULO, PEREZ e TABOSA, 2021).

O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), quando implementado no âmbito educacional, se insere naturalmente nessa realidade, permitindo relacionar aspectos científicos, tecnológicos e sociais em sala de aula de maneira crítica e contextualizada. Historicamente, o movimento CTS se inicia na década de 1970, tendo sido, desde então, base para iniciativas de mudanças curriculares em diversos países (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Neste âmbito, a educação CTS busca promover a alfabetização científica e a democratização do conhecimento científico para ser integrado nas comunidades escolares, trazendo reflexões críticas construtivas, mudanças comportamentais e uma perspectiva de produção e divulgação da ciência (MEDINA e SANMARTÍN, 1990 apud CANDÉO, 2013).

Assuntos CTS são atuais e envolvem contextos sociais e ambientais, como por exemplo, energias renováveis, abastecimento de água potável, reciclagem, entre outros. Mortimer e Santos (2002) reforçam como objetivo importante da educação CTS, a formação de valores e atitudes em oposição à memorização de conceitos e a preparação para o vestibular, o que potencializa a aproximação do aluno de uma postura mais ativa e da tomada de decisões. Assim, o enfoque CTS no ensino dialoga de perto com a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento norteador da educação brasileira, que traz princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), ao propor projetos integradores e outras atividades que surjam de problemas do cotidiano (MAGALHÃES; PEREIRA, 2019). A ABP se apresenta como uma abordagem de ensino-aprendizagem colaborativa, construtivista e contextualizada, na qual situações-problema são utilizadas para iniciar, direcionar e motivar a aprendizagem de conceitos, teorias e o desenvolvimento de habilidades e atitudes no contexto de sala de aula (RIBEIRO, 2010).

Uma vertente da ABP é Aprendizagem Baseada em Casos (ABC), que se configura com o uso de narrativas contextualizadas, que apresentam ao leitor situações ou dilemas a serem discutidos em busca de uma decisão. Em geral, a ABC pode ser compreendida como a aplicação de uma ABP com o enfoque CTS, já que os casos tendem a ser relevantes para a formação de cidadãos críticos e conscientes dos desafios da sociedade atual. É importante também ressaltar que uma proposta didática envolvendo ABC busca potencializar o desenvolvimento da argumentação científica, auxiliando na aprendizagem sobre ciências e no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, bem como aprimorando a capacidade para tomada de decisão socialmente responsável pelo cidadão, isto é, a disposição para ações sociopolíticas, em direção a maior justiça social e sustentabilidade ambiental (CONRADO et al., 2015; BENCZE et al., 2018).

Neste contexto, a pesquisa aqui apresentada buscou responder à seguinte questão norteadora: “De que maneira a ABC pode contribuir para o desenvolvimento da capacidade de argumentação em estudantes da educação básica no estudo de fontes alternativas de energia?”

Para responder a esta questão, foram propostos os seguintes objetivos:

Objetivo geral: Desenhar, implementar e analisar uma proposta didática que usa a Aprendizagem Baseada em Casos, com alguma temática relacionada com o meio ambiente, para o desenvolvimento de argumentação científica.

Objetivos específicos: Apresentar alguns conceitos científicos associados com a temática das fontes alternativas de energia, matriz energética e elétrica; potencializar o desenvolvimento da argumentação oral em sala de aula, através de um debate, onde os alunos devem se posicionar e defender seu ponto de vista em relação a diferentes formas de produzir energia elétrica; potencializar o desenvolvimento de habilidades de pesquisa acadêmica e escrita de textos científicos, bem como de infográficos informativos, no sentido de promover a argumentação escrita dos estudantes.

A proposta didática baseada na ABC foi implementada em dois locais diferentes, com grupos de alunos distintos. Uma implementação piloto aconteceu com alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola pública da região metropolitana de cidade de Belém (Pará), e uma segunda foi implementada com alunos do 4º ano do ensino médio de uma escola técnica integrada da mesma região, do curso de técnico em meio ambiente e segurança do trabalho. Neste trabalho iremos focar a análise dos resultados na segunda aplicação.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Aprendizagem Baseada em Problemas

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) originou-se na Escola de Medicina na Universidade McMaster (Canadá) no final dos anos de 1960, inspirada no método de casos de ensino da escola de Direito da Universidade de Harvard (EUA) e no modelo desenvolvido na Universidade Case Western Reserve (EUA) para o ensino de medicina nos anos 1950 (RIBEIRO, 2010). Os modelos anteriores tinham como principal objetivo inserir os estudantes de ensino superior em técnicas e métodos centrados em discussões e interatividade, com casos aproximados da realidade. Para Barrows (1996), a implementação da ABP na Universidade McMaster veio em resposta à insatisfação e ao tédio dos alunos frente ao grande volume de conhecimentos percebidos como irrelevantes à prática médica.

Essa abordagem está fortemente vinculada com o construtivismo, valorizando a construção do conhecimento e envolvendo o aluno no processo de aprendizagem, ou seja, o objetivo da utilização

da ABP é que o aluno não somente memorize e acumule várias informações mas que, a partir de informações, pesquisas e discussões, ele seja capaz de formar suas próprias opiniões e assim evoluir cognitivamente nos assuntos abordados em sala de aula, podendo utilizá-los em diferentes contextos (SOUZA; DOURADO, 2015).

Diferentemente dos problemas nas metodologias convencionais, um problema na ABP é necessariamente de fim aberto, quer dizer, não comporta uma única solução correta, mas uma ou mais soluções adequadas (RIBEIRO, 2010). Tudo isso depende do contexto em que está inserido, e o aluno deve escolher os caminhos a seguir. Os problemas devem ser reais ou potencialmente reais e envolver, explícita ou implicitamente, situações sociais que levantem pautas de discussão e que possuam alguma aplicabilidade. No entanto, apesar de sua similaridade com os problemas da vida real, os problemas na ABP devem ser condizentes com o nível cognitivo/motor/afetivo dos alunos (ESCRIVÃO; FILHO ; RIBEIRO, 2008).

O ciclo de trabalho com um problema na ABP em geral contém o seguinte esquema: apresentação da situação-problema; identificação do problema norteador; tentativa de resolução com conhecimentos disponíveis; levantamento de (novos) pontos de aprendizagem; planejamento do trabalho em grupo; estudo independente; compartilhamento de informações e discussão; aplicação das informações e solução do problema; apresentação dos resultados; avaliação do processo por pares e auto avaliação (RIBEIRO, 2010). Além disso, o trabalho em grupo é bem visto, pois os alunos podem compartilhar informações entre si, e ao mesmo tempo assumir papéis para a resolução dos problemas. Nas equipes, os alunos podem assumir papéis específicos, como líder, redator, porta-voz e membros participantes; é importante que os papéis possam se alternar nas equipes, para que os alunos exerçam diferentes funções em trabalhos posteriores.

Alguns autores consideram a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPr) como um sinônimo da ABP, contendo a mesma abordagem e finalidade. Porém, dependendo da forma apresentada, ambas podem ter algumas diferenças. Com projetos, um dos principais objetivos é criar um produto, podendo ser este uma maquete, um blog, um seminário, um podcast, um infográfico entre outros. Ou seja, embora ambas envolvem toda uma perspectiva de trabalho colaborativo bem estruturada, com termos e passos específicos nas tarefas, o essencial da ABPr é possuir um projeto autêntico, algo que desperte a atenção do aluno e que faça ele se envolver em uma questão que pode gerar um produto final, com alguma contribuição social (BENDER, 2014).

2.2 Aprendizagem Baseada em Casos

A Aprendizagem Baseada em Casos pode ser considerada como uma variante da ABP. Para Montanher (2012), a ABC é uma metodologia didática que se vale de casos, que são narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas, em que os alunos são incentivados a se familiarizar com os personagens e circunstâncias mencionadas no caso. Ainda seguindo a literatura sobre casos:

Para [...] Tem uma narrativa, uma história, um conjunto de eventos que ocorrem num tempo e num local específicos [...] Em geral, essas narrativas de ensino tem certas características partilhadas: tem um enredo – começo, meio e fim – e talvez uma tensão dramática, que deve ser aliviada de alguma forma; são particulares e específicas; colocam eventos num referencial temporal e espacial – são localizadas e situadas; revelam trabalho de mãos, mentes, revelam motivos, concepções, necessidades, falsas concepções, frustrações, ciúmes, falhas humanas; refletem os contextos sociais e culturais nos quais cada evento ocorre (MIZUKAMI, 2012).

Outra definição de casos segue o conceito proposto por Mendes (2001), para o qual casos são histórias ou narrativas contextualizadas, podendo descrever situações reais, por vezes complexas, caracterizar uma experiência real, à medida que se identifica quais problemas

precisam ser resolvidos. As pessoas que se envolvem no caso são estimuladas a tomarem posição de personagens. Os casos devem basear-se em problemas (reais ou simulados) (SAVERY, DUFFY et al., 1995), onde seja proposto um dilema que se aproxima do cotidiano do aluno.

É importante também considerar a questão da aprendizagem por domínios bem estruturados e pouco estruturados. Os problemas pouco estruturados são aqueles muito contextualizados, que dão margem a incertezas sobre os conceitos e princípios necessários para solucioná-los e admitem múltiplas soluções (MONTANHER, 2012). Já os bem estruturados não dão tanta margem para discussões, sendo mais centrados em concepções e afirmativas já esperadas.

Para Herreid (1998), um bom caso segue algumas características: desperta interesse; produz empatia entre os personagens; é atual; é relevante ao leitor; provoca conflitos e força decisões; tem generalizações; é curto. Seguindo essas características, ao se escrever um caso, deve-se levantar questões que possuam alguma aplicabilidade na vida dos estudantes. Além disso, pode-se basear em casos já prontos e fazer suas próprias adaptações, referenciando de onde foi retirada a questão do problema.

Outra característica da ABC é a oportunidade oferecida aos alunos, reunidos em pequenos grupos, de discutir e compartilhar suas ideias, opiniões e propostas de solução para as perguntas críticas. Isto desenvolve um trabalho colaborativo e de múltiplas opiniões, os alunos podem ter suas próprias escolhas e opiniões formadas, mas esta troca de informações com os colegas é sempre bem-vinda.

A avaliação utilizando a ABC depende da forma como o ensino foi conduzido e não deve apenas se utilizar um tipo de avaliação. Wasserman (1994) propõe duas categorias de atividades, que denomina de geradoras e analíticas. As atividades geradoras, segundo o autor, são tarefas de avaliação que requerem que os alunos apliquem o que aprenderam de um modo novo e criativo. Essas tarefas possibilitam demonstrar sua aptidão para realizar projetos escolares, estudos de campo e apresentações orais e escritas. Apresentações em grupos de seminários é um exemplo comum de atividade geradora. Estudos de campo também podem ser utilizados, onde os alunos realizam tarefas de investigação, projetos, excursões, atividades em laboratório etc, porém requerem um pouco mais de planejamento e podem ser utilizados dependendo do caso a ser resolvido e das condições propostas.

Nas atividades analíticas, a participação do estudante é mais individualizada, assim como uma avaliação mais voltada para o que o próprio aluno é capaz de produzir. Pode-se avaliar o desempenho dos alunos referentes às seguintes funções cognitivas de ordem superior: comparações, aplicação de princípios, avaliação e formulação de juízos, interpretações, confecção de resumos, classificação, tomada de decisão, capacidade de inovação e de investigação (MONTANHER, 2012). Uma forma simples de avaliação nesse sentido é solicitar ao aluno que ele escreva suas opiniões, faça algum tipo de texto argumentativo propondo sua solução, ou até mesmo resumos sobre o que ele aprendeu. Com isto, ele estará desenvolvendo habilidades de demonstração de um pensamento de qualidade quando escreve.

Como proposta didática baseada na ABC, na pesquisa desenvolvida, optou-se por trabalhar a questão da matriz energética do estado do Pará, e para isso foi necessário realizar um estudo bibliográfico sobre essa temática, que será apresentado na próxima seção.

2.3 A matriz energética do Estado do Pará e suas fontes de energia alternativas

A matriz energética é a descrição de toda a geração e consumo energético de um país ou região, discriminado quanto às fontes de produção e setores de consumo. É, portanto, uma representação mais geral das fontes de energia disponíveis para a sobrevivência e manutenção de

um país, região ou estado. Ela pode ser dividida em dois grandes grupos, relacionados com as energias renováveis e não renováveis. Ambas são fundamentais para o desenvolvimento de qualquer nação, o que difere é o impacto ambiental que podem causar. A matriz energética brasileira é atualmente elaborada pela Empresa de Pesquisa Energética –EPE (EPE, 2020).

A matriz elétrica está relacionada com um conjunto mais restrito de fontes de energia, abrangendo somente aquelas responsáveis pela geração de energia elétrica. Ela pode ser utilizada na análise da produção e uso de eletricidade em determinado contexto local, de modo a permitir uma leitura a partir da conjuntura energética global (BORGES e ZOUAIN, 2010). De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN, 2020) fontes renováveis correspondiam a 83% da matriz elétrica brasileira, no ano de 2019, sendo cerca de 64,9% de oferta hidráulica, 1% de solar e 8,6% de eólica.

Com sua dimensão continental, o Brasil apresenta desigualdades no que se refere ao acesso à energia elétrica. A Região Norte, por exemplo, abriga um amplo número de comunidades não eletrificadas, com características socioculturais e geográficas diferentes (MATIELLO et al., 2018). Especificamente no estado do Pará, a matriz elétrica predominante é proveniente das águas que banham a região. O estado possui um expressivo potencial hidroelétrico, e tem seu ecossistema formado essencialmente por rios e bacias hidrográficas. Atualmente, duas grandes instalações hidrelétricas estão em funcionamento no estado: usina hidrelétrica de Tucuruí e usina hidrelétrica de Belo Monte. Ambas foram construídas a partir de grandes projetos classificados como de energia limpa. Contudo, a construção destes projetos implicou em bruscos impactos no ciclo hidrológico e mudanças no meio ambiente, causados pelas imensas áreas alagadas. Sendo assim, essa fonte de energia possui vantagens e desvantagens de utilização, porém, cada vez mais é necessário pensar a possibilidade de projetos que utilizem outras estratégias para complementar a matriz elétrica (BORGES, ZOUAIN, 2010).

Na Ilha do Marajó, no Estado do Pará, por exemplo, algumas comunidades fazem uso de eletricidade oriunda de projetos de geração baseados em outras fontes renováveis. Esta condição se dá em virtude de serem comunidades isoladas, isto é, não vinculadas às linhas de transmissão das usinas hidrelétricas. A ilha é formada por dezesseis municípios, dos quais somente Breves, Portel e Bagre estão conectados ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e são alimentados pela hidrelétrica de Tucuruí, sendo o restante atendido por termelétricas ou até mesmo não possuindo energia elétrica na sua comunidade (SOUZA et al, 2013).

Vale salientar que a disposição de fontes de energias renováveis vai além de uma questão econômica, visando também a melhoria da qualidade de vida e infraestrutura para as comunidades mais isoladas. O interesse por essa questão está na pauta de vários projetos desenvolvidos na região, entre os quais o Projeto Marajó (Biomassa), Projeto Araras I (Solar), Projeto Araras II (Eólica), Projeto Caxiuanã (Solar). Estes projetos foram financiados pelo programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica (PROINFA), que visa principalmente diversificar a matriz energética do país. Os projetos também são uma parceria com o Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE)- UFPA (BORGES; BARAÚNA, CHOTOE, 2015).

Na implementação da proposta didática aqui apresentada, foi considerada uma comunidade isolada hipotética na ilha do Marajó, e os estudantes foram desafiados a propor soluções para geração de energia elétrica para esta comunidade.

2.4 Argumentação oral e escrita durante as aulas

Segundo Carvalho e Sasseron (2011), a argumentação é qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados. Desse modo, a argumentação em sala de aula é vista como uma técnica enriquecedora em vários aspectos, argumentar torna-se uma ação pertinente à participação ativa dos alunos no seu aprendizado.

As ações realizadas ao longo dos processos argumentativos permitem que os alunos ampliem entendimentos sobre conceitos e sobre práticas das ciências, conforme a dinâmica proporcionada pelas interações leva à incorporação ou à refutação de ideias, evidências e justificativas pela contribuição dos demais colegas e, principalmente, pelo professor que conduz e gerencia o processo de aprendizagem (FERRAZ; SASSERON, 2017).

A argumentação é uma das ferramentas que possibilitam um ensino de ciências em consonância com as práticas científicas (PEZARINI; MACIEL, 2018). Em sala de aula pode promover autonomia, maior segurança e posicionamento dos alunos em relação a um tema em discussão, e em um contexto mais amplo, é essencial para a formação cidadã, estando diretamente ligada ao letramento científico. Nesse sentido, Motokane (2015), afirma que:

O desenvolvimento de habilidades argumentativas também promove a exteriorização da aprendizagem de um conteúdo ensinado quando os argumentos têm a chance de ser produzidos com base em argumentos científicos aprendidos em aula. Ao apresentarem seus argumentos, os alunos podem expressar como utilizam um determinado conceito científico para justificar uma opinião. Dessa forma, temos um indicador claro da aprendizagem do aluno. (MOTOKANE, 2015, p. 128-129).

Os indicadores de alfabetização científica são instrumentos propostos por Sasseron e Carvalho (2008) com a função de mostrar como certas habilidades estão sendo desenvolvidas pelos alunos. Como forma de analisar a promoção da alfabetização científica, desde o primeiro contato do aluno no ensino fundamental, tais indicadores mostram-se eficientes também para descrever a construção coletiva de argumentos. Eles são organizações em duas dimensões. A primeira é a dimensão epistemológica, que agrupa os indicadores explicação, justificativa, previsão e o uso dos raciocínios lógico e proporcional. Fazem parte da dimensão estruturante a seriação de informações, classificação de informações, organização de informações, levantamento de hipóteses e o teste de hipóteses.

Uma segunda ferramenta de interesse para aspectos argumentativos foi produzida pelo *Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Proprietarios* (CEDEC, 2022). Consiste em uma rubrica para avaliar especificamente um debate em sala de aula em história e geografia, adaptada para considerar aspectos mais gerais de avaliação em debates em sala de aula. Os principais aspectos avaliados na ferramenta são a participação no debate, fundamentação de ideias e informações, lógica da argumentação, organização, expressão oral e adequação de conteúdo e linguagem.

No trabalho desenvolvido por Sadler e Donnelly (2006), com abordagem sócio científica (SSI), três variáveis são investigadas: o conhecimento do conteúdo, o raciocínio empregado diante de questões que envolvem aspectos morais e a qualidade da argumentação. A partir disso, um esquema de análise de critérios foi proposto pelos autores a fim de avaliar a qualidade da argumentação.

3. Metodologia de pesquisa

Como metodologia de pesquisa para análise da implementação da proposta didática, adotou-se o método de estudo de caso, que segundo Yin (2005) é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo, tratando a lógica de planejamentos, das técnicas de coleta de dados e das abordagens específicas à análise dos mesmos. O estudo de caso é uma estratégia útil para avaliar e correlacionar variáveis que influenciam na aplicação e resultados de um proposta didática.

Como instrumento de pesquisa foi utilizada uma observação sistemática ou estruturada, que consiste na coleta e registro de eventos observados que foram previamente definidos (CHIZZOTTI, 2003).

3.1 Sujeitos e Locais de aplicação

Uma implementação piloto foi realizada com alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de ensino médio integral situada na região metropolitana de Belém, no Estado do Pará, durante o segundo semestre de 2021. No período de aplicação, a escola estava voltando aos poucos às atividades totalmente presenciais, após o ensino remoto, instaurado durante a pandemia do COVID-19. O acompanhamento e escolha da turma para implementação da proposta didática foram feitos durante a disciplina de Estágio Supervisionado II, do curso de Licenciatura em Física, no qual uma das autoras do trabalho estava matriculada.

Uma segunda implementação foi realizada no primeiro semestre de 2022, já no regime totalmente presencial, com alunos de duas turmas de 4º ano, dos cursos integrados de Técnico de Meio Ambiente e Técnico de Segurança do Trabalho de uma escola de ensino técnico de nível médio da mesma cidade. A implementação piloto serviu para ajustar o tempo da proposta didática, bem como para o teste do questionário e textos de apoio. Já a segunda implementação foi utilizada para a coleta de dados e posterior análise.

3.2 Ferramentas para coleta de dados

Levando-se em conta que a pesquisa é um ato criativo, o pesquisador deve utilizar instrumentos que sejam adequados ao seu objeto de estudo, não reduzindo o processo de coleta de dados a uma “forma” superficial de rotular a realidade, mas fazendo uso de técnicas que capturem a realidade em todo seu dinamismo (OLIVEIRA, 2013). Testes de conhecimento sob os mais diversos formatos, escalas de atitude, fichas de observação, questionários, são exemplos de instrumentos de medida usados na pesquisa em ensino (MOREIRA, 2013). Sendo assim, nesta pesquisa, os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram questionários realizados com estudantes e a observação estruturada.

Para Chizzoti (2003), a observação estruturada ou sistemática consiste na coleta e registro de eventos observados previamente definidos. A observação pode ser realizada de forma simultânea com o ato ou através de critérios preestabelecidos, as anotações e registros devem ser precisos para posterior análise. Pode-se valer, portanto, de vídeos, gravações de áudio, fotografias. O questionário pode ser definido como uma técnica para obtenção de informações sobre sentimentos, crenças, expectativas etc. Em geral, os questionários se objetivam em descrever as características de uma pessoa ou de determinados grupos sociais. Questionários são instrumentos altamente utilizados, mas sua elaboração requer cuidados especiais sob pena de não serem respondidos ou de fornecerem informações distorcidas (MOREIRA e KOFF, 1985).

3.3 Ferramentas para análise de dados

Para a análise da argumentação oral, foi utilizada a rubrica de Sadler e Donnelly (2006) (Quadro 1). Para a análise da produção escrita dos estudantes, foi utilizada a rubrica proposta por Montanher (2012) (Quadro 2).

Quadro 1: Rubrica para avaliação da qualidade da argumentação

| Critério | Escore | Descrição |
|-------------------------|--------|---|
| Posição e personalidade | 2 | Participante apresenta argumentos coerentes e consistentes que incluem explicação e justificativa para seu ponto de vista (afirmações com fundamentações). |
| | 1 | Participante apresenta argumentos coerentes, mas apresenta pouca ou nenhuma elaboração, em termos de justificativas para o argumento (afirmações sem fundamentações). |
| | 0 | Participante apresenta respostas incoerentes que não fornecem justificativas para o argumento (Falta de clareza na afirmação). |
| Múltiplas perspectivas | 2 | Participante apresenta múltiplas perspectivas sem que seja solicitado pelo mediador. |
| | 1 | Participante apresenta múltiplas perspectivas quando é solicitado explicitamente. |
| | 0 | Participante não se mostra capaz de expressar múltiplas perspectivas quando é explicitamente solicitado. |
| Refutação | 2 | Participante desafia uma afirmação com uma contraposição. |
| | 1 | Participante apresenta uma contraposição sem desafiar a fundamentação. |
| | 0 | Participante não se mostra capaz de apontar fraquezas ou apresentar uma contraposição diretamente. |

Fonte: Sadler e Donnelly (2006)

Quadro 2: Critérios para avaliação da produção escrita dos alunos na perspectiva da ABC.

Nível 0. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando não cumpre com nenhum dos requisitos característicos dos níveis de 1 a 4 que detalhamos a seguir.

Nível 1. Considera-se que a produção do estudante se inclui neste nível quando a pesquisa é coerente com o conhecimento físico, buscou uma única fonte de informação, apresenta alguma concepção prévia, e defende uma posição sem contrastar com outras e apresenta o resultado estritamente dentro do contexto do Caso.

Nível 2. Considera-se que a produção do estudante se inclui neste nível quando, além do que era esperado no nível 1, ele usa mais de uma fonte de informação, emite hipóteses e organiza argumentos.

Nível 3. Considera-se que a produção do estudante se inclui neste nível quando, além do que era esperado no nível 2, usa mais de 2 fontes de informação, e as respostas são aceitas pela comunidade científica.

Nível 4. Considera-se que a produção do estudante se inclui neste nível quando, além do que era esperado no nível 3, consegue sintetizar sua conclusão de modo convincente e acessível ao leitor, dando exemplos, estruturando a pesquisa e citando fontes e dados.

Fonte: Montanher (2012)

3.4 Proposta Desenvolvida

A proposta foi desenvolvida em três momentos, e teve como produto final, a realização de um debate, onde os alunos fizeram a exposição dos conhecimentos sobre o assunto estudado, suas concepções e opiniões sobre a temática e ponto de vista, argumentando cientificamente.

Antes de iniciar as atividades, os estudantes preencheram um questionário prévio. Já momentos da proposta foram estruturados da seguinte maneira:

- Primeiro momento: foi apresentada à turma a situação problematizadora, o caso.
- Segundo momento: foi feita a organização do conhecimento, para que os alunos se posicionassem durante o debate. Foram fornecidas orientações e disponibilizados textos de apoio para o estudo individual e coletivo, com materiais, sugestões de endereços eletrônicos para agências de energia governamentais e não governamentais, e uma síntese do processo de construção da argumentação científica.
- Terceiro momento: foi o fechamento da proposta, com o debate

A situação problematizadora, proposta como ponto de partida para a sequência didática, foi o seguinte caso, de autoria própria:

Uma grande empresa está com o planejamento de instalar uma nova usina termelétrica em uma área onde reside uma população ribeirinha, localizada na ilha do Marajó, no estado do Pará. Um engenheiro contratado e vindo de fora da localidade será o responsável por dar o parecer para a construção ou não da usina. Outro engenheiro, um ambientalista que trabalha para uma ONG que preserva a região há vários anos, resolveu analisar o projeto, com o objetivo de estudar os impactos ambientais que podem ser causados na área. O engenheiro ambiental então propôs uma fonte alternativa de produção de energia. Ele apresentou algumas sugestões, com base em pesquisas realizadas na localidade sobre fontes alternativas de energia que podem ser utilizadas com os recursos naturais disponíveis nas áreas mais isoladas. Entre as condições favoráveis temos o ambiente, clima, matérias orgânicas etc. Essas alternativas são: energia solar, energia eólica ou energia biomassa. Ambos entram em um debate sobre qual a fonte de energia é mais adequada para a região. O engenheiro vindo de fora defende que seja feita a instalação da termelétrica e o ambientalista a de que seja escolhida umas das energias sugeridas por ele. Para você, qual a melhor alternativa para a região e por qual motivo?

Para o debate, os alunos foram orientados a serem sucintos e objetivos, podendo relacionar suas exposições e contra argumentações com assuntos de conhecimento deles. Além disso, nesse momento, os alunos podiam apresentar as vantagens e desvantagens de sua fonte de energia ou organizar sua fala com perguntas direcionadas a um outro grupo. Também foram apresentadas as regras do debate: cada grupo teria um momento inicial para explanação da sua fonte de energia. Cada integrante tinha cerca de 5 minutos para sua fala, após isso era dado um tempo de 3 minutos para réplica e 5 minutos para tréplica.

4. Resultados e Discussões

4.1 Análise do questionário prévio

O questionário prévio foi desenvolvido na forma semiestruturada, contendo as perguntas abertas apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3: Perguntas do questionário prévio

| |
|--|
| 1. O que você compreende sobre energia? |
| 2. Você conhece fontes de energia? Se sim, cite fontes de obtenção de energia elétrica. |
| 3. Qual o conceito de matriz energética? |
| 4. No seu estado há predominância de alguma fonte de energia para o abastecimento elétrico das residências e indústrias? Se sim, qual? |
| 5. Pense como um engenheiro, qual fonte você consideraria mais sustentável para sua região? Por qual motivo? |

Fonte: Os autores

Um total de 26 estudantes responderam os questionários. A seguir, é apresentada análise das respostas.

Na primeira questão, 50% dos alunos não responderam, 11,5% responderam de forma incorreta e o mesmo percentual respondeu de forma correta ou parcialmente correta. Cerca de 27% responderam de forma superficial, associando o conceito com algo. Alguns exemplos de resposta são: “Que é gerada a partir de algum aparelho”; “São formas de movimentar algo”; “Algo que nunca acaba apenas se transforma em outra coisa”. Percebe-se, assim, que embora os estudantes estejam praticamente concluindo o ensino médio, ainda em sua maioria não conseguem definir energia, ou definem de maneira superficial.

Na segunda questão, 23% não responderam, 54% responderam citando vários exemplos e alguns justificando a resposta, 23% responderam de forma superficial e com apenas um exemplo. Alguns exemplos de resposta: “eólica, hidrelétrica, placas fotovoltaicas, nuclear, geradores elétricos”; “A energia solar, a energia eólica são formas de energia renováveis e não prejudicam o meio ambiente”. Esse resultado mostra que, embora tenham dificuldade de conceituar cientificamente energia, quando solicitados a listar fontes de energia, o resultado se inverte e somente um em cada quatro não soube responder. Ou seja, as situações do cotidiano, em particular associadas com consumo de energia e seu custo no orçamento doméstico de certa forma influenciam o entendimento do estudante a respeito da temática.

Na terceira questão, 88,4% não responderam e 11,6% não responderam de forma conceitualmente correta. Alguns exemplos de respostas: “é uma fonte da qual deriva a energia”; “É aquilo que tem uma fonte de energia, por exemplo a energia eólica. Esse resultado era de se esperar, uma vez que este conceito em geral não é aprofundado nos livros didáticos, mesmo quando se estuda a temática Energia e sua Conservação.

Na quarta questão, 38% não responderam, 58% responderam citando energia hidrelétrica e 4% escreveram o nome da empresa de distribuição de energia do estado. Percebe-se, assim, que mais da metade dos estudantes sabe qual a principal fonte de energia elétrica do estado, o que pode estar associado à existência das duas grandes hidrelétricas na região, que implicam em linhas de transmissão, no cotidiano chamadas de “linhões”, cortarem parte da cidade de Belém.

Na quinta pergunta, 31% não responderam, 65% responderam com justificativas e 4% responderam sem justificar. Entre as respostas justificadas, alguns exemplos foram: “eólica, porque ela não consome ou causa danos para o aquecimento global”; “A energia biomassa, por conta de ser área mais verde onde é produzido em grande escala vários tipos de vegetação”; “Solar, porque na região (próximo da linha do equador) têm mais incidência da radiação solar. Porém, custa caro a instalação sendo viável o uso de hidrelétricas”. “Energia hidrelétrica, devido a região ser banhada de rios”. Percebemos, assim, que os alunos que responderam de forma justificada, buscavam explorar alguma característica geográfica da Região Amazônica.

Em geral, os resultados da aplicação do questionário prévio mostram que a maioria dos alunos ou deixaram em branco as perguntas ou responderam de forma superficial, indicando a carência no conhecimento sobre os conceitos de energia e matriz energética. Na última questão, considera-se um resultado favorável, pois aqueles que justificaram suas respostas tentaram relacionar sua opinião com alguma característica da região em que vivem. Embora algumas afirmações não estivessem cientificamente adequadas, em primeiro momento consideramos válida a tentativa do aluno em se posicionar diante da questão. Além disso, parte dos alunos que não respondiam as questões se mostravam interessados em aprender sobre o tema, admitindo que não sabiam, mas que achavam um tema útil a ser discutido.

Esse questionário serviu de introdução para a temática que foi discutida de forma aprofundada durante a proposta, principalmente no momento do debate.

4.2 Análise da estrutura argumentativa

Após a apresentação do caso, as equipes tiveram um intervalo de uma semana para realizar a pesquisa e se preparar para o debate, com a possibilidade de serem tiradas dúvidas que surgissem com a equipe do projeto, por meio de aplicativos de mensagem de celular. Por solicitação da própria escola, as duas turmas foram unificadas para o debate. Nesse sentido, optou-se por escolher duas fontes (biomassa e solar) e cada turma ficou com uma delas. Cada turma/equipe foi dividida em três subgrupos, para a realização dos trabalhos: argumentação para o debate, material escrito e infográfico.

No momento do debate, os alunos da equipe biomassa (EB) iniciaram com sua exposição de forma mais tradicional, apresentando um breve seminário. Cada integrante, em seu tempo, falou aspectos da fonte de energia biomassa: o que é a biomassa, seu funcionamento, possibilidade de uso na ilha do Marajó, vantagens e desvantagens.

Na equipe de energia solar (ES), os alunos iniciaram da mesma forma, explanando o assunto em vários pontos. Como por exemplo, a partir da leitura do material de apoio, foi instigado pela mediadora do debate, sobre a taxa de satisfação nas comunidades atendidas pelo projeto Araras. Um aluno, emitiu a seguinte afirmação:

“Foi uma taxa de satisfação boa, já que eles não tinham muitos recursos, então o projeto Araras veio pra ajudar eles, já que eles não tinham, porque nesse projeto foram beneficiadas mais de 150 famílias com mais de 600 habitantes. Como foi dito em relação ao sistema off-grid, aqui na nossa região nós temos uma grande predominância da energia solar, então ajuda bastante. Tem uma desvantagem em relação ao custo das baterias, mas muitos governos ainda preferem investir na energia solar por trazerem mais benefícios tanto econômicos, quanto ambientais.”

Um membro de cada equipe explicou também o infográfico produzido, o que trouxe algumas informações interessantes, como a apresentação de dados, programas sociais, bem como perguntas para a outra equipe. Por exemplo, na ES, ao apresentar o seu infográfico, o aluno fez as seguintes colocações:

“O programa mais Luz para a Amazônia é um programa do governo federal e teve início em 2021 em um processo para instalação de sistemas com energia solar fotovoltaica, com um investimento de 386 milhões de reais ” ... Também podemos verificar o aumento da utilização da energia solar, antigamente ela não tinha tanto uso mas agora ela teve um aumento de consumo exponencial, devido a energia que a gente usa (referente a energia da distribuidora) ter ido para as alturas, mas isso aqui apresenta que houve um crescimento não tanto para uso em casa mas como a gente tem aqui também para uso de veículos.”

Na primeira parte do debate, explicação sobre o tema, os alunos se mostraram tímidos a princípio, necessitando que a mediadora fizesse perguntas para a equipe. Nesse primeiro momento,

não se constataram refutações, apenas emissões de posicionamentos e perspectivas sobre o tema estudado.

Dentre as cinco falas analisadas da EB, quatro receberam escore 1 para o critério de posição e personalidade, e uma recebeu escore 2. Já no critério de múltiplas perspectivas, três receberam escore 1, um recebeu escore 2 e um recebeu escore 0. Na ES, os alunos iniciaram sua explanação com definições sobre sua fonte e o funcionamento dela. Foram nove falas transcritas, dentre elas cinco foram com escore 2 para o critério de posição e personalidade e quatro com escores 1. No critério múltiplas perspectivas três apresentaram escore 2, e seis escore 1. No Quadro 4 é apresentada a transcrição de parte destes momentos.

Quadro 4: Transcrição das falas

| Transcrição de falas da equipe EB |
|---|
| Mediadora: No Marajó, qual se encaixaria mais? A biomassa tradicional ou a moderna? |
| Aluno A (Biomassa): “Eu acho que lá deve haver muito resto de tudo, de madeira, animais, muito resíduo de tudo que é tipo de matéria e por isso a tradicional”. |
| Mediadora: Você acha que no Marajó a biomassa é uma alternativa melhor, quando comparada com a instalação de uma termelétrica? O que você, como técnico de meio ambiente, falaria para esses profissionais. |
| ALUNO B (Biomassa): “Eu quero usar a biomassa porque a biomassa não contém muitos poluentes e ela não contribui pro efeito estufa” |
| ALUNO C (Biomassa): “Complementando, como é uma área de interior, então essas atividades que geram matéria para a produção de energia elétrica através da biomassa são constantemente parte da convivência comum das pessoas de lá. Então, elas já têm contato com aquilo. É mais fácil atrelar várias atividades com que eles já têm contato, sendo muito mais eficaz, muito melhor nesses quesitos ter a biomassa, porque a biomassa vai garantir a prevalência dos costumes, só com algumas modificações, das atividades que eles já fazem”. |

Fonte: Os autores

Pode-se perceber que o aluno A responde à pergunta de forma coerente, citando alguns exemplos, porém com pouca fundamentação científica sobre o assunto, sendo um exemplo de critério com escore 1. O aluno B também responde de maneira superficial, trazendo a perspectiva de poluentes e efeito estufa, mas sem fundamentações para sua afirmação (escore 1). A expressão “não contém muitos poluentes”, sem citar os mesmos, mostra uma certa insegurança na sua afirmação. Já o aluno C se destaca no posicionamento, emitindo sua opinião sem ter sido solicitado explicitamente (escore 2). Ele utiliza múltiplas perspectivas, ao relacionar atividades de produção de energia elétrica com a população que habita a comunidade. Ele também enfatiza seu posicionamento a favor da energia biomassa, fundamentando a prevalência de costumes da região.

Após cada equipe explicar sobre sua fonte de energia, naturalmente deu-se início a um debate entre ambas, com momentos de réplica e tréplicas. O Quadro 5 traz a transcrição de parte desse momento. Inserimos para análise os critérios: Posição e Personalidade (PP); Múltiplas Perspectivas (MP); Refutação (R)

Quadro 5: Transcrição dos momentos de perguntas no debate

| Critérios | PP | MP | R |
|--|----|----|---|
| Fala 1 (ES): “Como foi comentado, nós podemos ver na prática como funciona o sistema solar, porque aqui dentro da universidade nós temos placas. A maioria teve a oportunidade de ver e em comparação com a energia de biomassa, todos nós tivemos a oportunidade de ver como funciona essa energia de perto?” | 2 | 2 | - |
| Fala 1 (EB): Realmente a energia solar é uma fonte muito boa, uma opção viável, mas viável pra que? Pra cidades, pra metrópoles, para regiões muito urbanizadas, imagina instalar um sistema desses no interior, imagina o quanto isso vai interferir no ecossistema deles, tanto na parte de instalação quanto a parte de manter constantemente aquele sistema funcionando, então pra cidade é viável mas pra região do Marajó é uma região que produz, trabalha com essa questão de recursos e resíduos agrícolas, orgânicos, então colocar um sistema solar no meio de uma região que já é mais viável ter um sistema de biomassa porque ela já trabalha com isso. Então além de reduzir a geração de empregos, eu ainda vou agredir o meio ambiente daquela região por conta de instalação de placas solares”. | 2 | 2 | 2 |
| Fala 2 (ES): A energia solar não precisa ser necessariamente instalada no chão, ela pode ser instalada no alto, nas casas, o que não agrediria o ecossistema. Me cita as desvantagens que vocês (biomassa) tem” | 1 | 1 | 1 |
| Fala 3: (EB): A biomassa precisa de recurso em alto número para poder gerar uma certa quantidade de energia, a biomassa tem derivados que precisam ser trabalhados de forma específica.” | 1 | 1 | - |
| Fala 4 (EB): Bom, a região já trabalha com isso, então altos custos de resíduos não vai haver, porque a região tem aquilo, tem muitos resíduos, então em vez de irem pro lixo eles vão servir para alguma coisa. A questão dos muitos derivados, então realmente é preciso trabalhar com muitos derivados de forma específica, só que para e pensa então vou estar gerando ainda mais empregos, colocando mais pessoas para trabalhar com as várias derivações daquilo e ainda vou agregar muito mais aquela região.” | 1 | 1 | - |

Fonte: os autores

A fala 1 da ES demonstrou segurança na sua colocação, fazendo uma indagação para a EB. Pode-se perceber em seu comentário, que o estudante se valeu de múltiplas perspectivas (score 2) e soube utilizar o exemplo dado a seu favor. A resposta a esta fala aparece na fala 1 da EB. O aluno respondeu à pergunta feita utilizando diferentes argumentos e fazendo refutações. Ele faz uso de múltiplas perspectivas (score 2) ao relacionar a realidade de metrópoles com a de interiores, refutando (score 1) a equipe ES ao afirmar que a instalação de placas solares iria gerar danos e agredir o meio ambiente, não enfatizando onde essas placas poderiam ser instaladas.

Na sua réplica (ES – fala 2), a equipe ES argumenta sobre a instalação das placas solares, com a perspectiva de que as placas podem ser acopladas aos telhados das casas. O estudante utiliza esse argumento para contestar a afirmação de agressão ao ecossistema. Compreende-se que o pensamento

do aluno foi de que as placas não estariam ocupando espaços que viessem a ser desmatados, logo não agrediriam o ambiente.

Na sequência de fala, percebe-se uma série de indagações da equipe ES para a EB, eles tentam de certa forma buscar os pontos fracos da equipe, ao pedir desvantagens e soluções. O aluno da EB responde utilizando os mesmos argumentos já antes colocados, enfatizando mais uma vez a produção de empregos na região. A equipe EB fez poucas perguntas, isso pode ser justificado por apenas um aluno estar mais participativo no debate.

No geral, da análise do material gravado, percebe-se que a partir do momento que iniciou-se uma indagação por parte de uma das equipes, o debate surgiu de forma natural, com os alunos fazendo sua argumentação, usando justificativas com diferentes pontos de vista. Notou-se que um aluno da EB possuía um certo domínio do assunto, isso pode ser justificado pelo estudo prévio do material de apoio, mas também pelo curso técnico de meio ambiente, que ele frequentava na escola.

4.3 Análise de produções escritas dos alunos

Para a análise da produções escritas, considerou-se a rubrica apresentada no Quadro 2. Os resultados são apresentados na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1: Análise da produção escrita dos alunos de acordo com o Quadro 2.

| Nível | Categoria de resposta | Produção individual | |
|-------|----------------------------------|---------------------|--------------|
| | | Biomassa N=8 | Solar N=7 |
| 0 | Ausência de análise | 0 | 0 |
| 1 | Fonte de informação única | 2 | 2 |
| 2 | Contrasta mais de uma informação | 6 | 3 |
| 3 | Sintetizar e convencer | 0 | 2 |
| 4 | Análise do resultado | 0 | 0 |

Fonte: Os autores

As produções escritas dos alunos foram do tipo pesquisa escolar, pois como a turma tinha uma quantidade considerável de alunos, foi pensada uma forma para que aqueles que ficassem com a parte escrita produzissem individualmente algum texto sobre o assunto. As produções das duas equipes versaram sobre o que é energia, vantagens e desvantagens de geração de energia elétrica com diferentes fontes, o que é a biomassa/solar, funcionamento, exemplos seu uso na região do Marajó e outros exemplos de utilização.

Na equipe EB, duas produções apresentaram fonte única de informação, foram sintetizados os conceitos de forma correta, mas sem exemplificações ou explicações baseadas em mais fontes. Seis produções se caracterizaram como aceitas pela comunidade científica e os alunos utilizaram mais de duas fontes de informações. Como exemplo, citamos a produção de uma aluna sobre o que é energia, na qual ela escreve que não há uma definição exata de energia, mas que “ela *pode se relacionar com a capacidade de produção e movimento em um corpo (conceito de trabalho)*”. Ela também utilizou o Princípio de Lavousier para pontuar que “a energia não pode *“surgir do nada” e nem pode ser “destruída”*”. Na mesma produção, foram citadas também algumas fontes de energia renováveis, não foi feita a definição do conceito, apenas dado exemplos do mesmo.

Na equipe ES, os resultados foram mais variados, com duas produções apresentando uma fonte única de informação. A exemplificar, a produção sobre a energia solar na Ilha do Marajó, onde o aluno não deu exemplos, nem dados diversificados sobre os projetos destinados para aquela região, mesmo que o material de apoio trouxesse diferentes fontes de dados para a consulta. Três produções apresentaram mais de uma informação, com conceitos fisicamente aceitos. Dentre estas produções, destacam-se a de vantagens da energia solar, na qual o aluno procurou fazer um levantamento sobre as principais vantagens e argumentou com dados matemáticos.

Duas produções tiveram o critério de analisar e convencer. Uma, justificada com exemplos de utilização da energia solar, apresentou a definição física sobre como ocorre o processo de produção fotovoltaica, trazendo dados de pesquisas sobre a preferência de brasileiros em relação à práticas sustentáveis; também exemplificou com fundamentação o exemplo de utilização da energia solar em uma escola da Região Sul do Brasil:

“Os alunos da escola evangélica Jaraguá, no Sul, conhecem na prática como funciona o sistema de energia solar fotovoltaico. Desde 2017, a instituição tem instalado em seu espaço 237 placas fotovoltaicas, que permitem produzir sua própria energia com projeto executado pela TOPSUN, Empresa de referência em SC, e como resultado diminui consideravelmente a conta de luz no fim do mês.” Outra produção de destaque foi a conclusão feita pelos alunos sobre a utilização da energia solar num contexto geral, essa produção teve como objetivo sintetizar todas as produções separadas em um posicionamento geral da equipe.”

5. Considerações Finais

Neste trabalho, foi proposta a seguinte questão norteadora: “De que maneira a ABC pode contribuir para o desenvolvimento da capacidade de argumentação em estudantes da educação básica no estudo de fontes alternativas de energia? Para responder esta pergunta, o objetivo principal da pesquisa foi potencializar o desenvolvimento da argumentação oral e escrita em sala de aula, garantindo aos alunos uma maior autonomia, a partir de múltiplas perspectivas, fundamentadas cientificamente.

Em geral, os resultados se mostraram satisfatórios. A análise do questionário prévio mostrou que os alunos não possuíam uma base bem fundamentada sobre a temática da energia e da matriz energética brasileira e paraense. Entretanto, no decorrer da implementação da proposta, os alunos se mostraram comprometidos e receberam orientações para suas pesquisas e para o objetivo de cada subgrupo no debate.

Os alunos criaram o infográfico, apresentando de forma sintetizada dados relacionados com a temática; nessa etapa foram trabalhadas habilidades artísticas e de organização dos alunos. Aqueles que ficaram responsáveis pelas produções escritas, argumentaram com a mediadora maior facilidade e gosto por redações, o que facilitou a produção do material, em sua maioria de acordo com a proposta esperada, argumentando sobre a sua fonte de energia a partir de exemplos e dados. Nessa etapa, buscou-se estimular para que os alunos fossem além de uma simples pesquisa escolar, tradicionalmente como são acostumados a fazer, mas que a partir dessa pesquisa, eles pudessem, de forma clara, expor suas conclusões, argumentando cientificamente, ao mesmo tempo em que trabalhavam habilidades leitura e escrita. A análise dos materiais produzidos indicou que esse objetivo foi alcançado.

O momento do debate foi enriquecedor em diversos aspectos, os alunos, partindo da problemática, conseguiram compreender a proposta e desenvolver o ciclo argumentativo como previsto. Alguns alunos se destacavam nos critérios propostos na rubrica de avaliação, mostrando-se capazes de argumentar cientificamente, ao trazer para o debate diferentes pontos de vista e assuntos

de pauta no século XXI, tais como: efeito estufa, chuvas ácidas, tratamento de resíduos, aplicação da energia solar fotovoltaica etc. Os alunos também conseguiram assimilar conceitos previstos nos objetivos da pesquisa, explanando sobre a matriz energética e elétrica em diversos momentos da aplicação da proposta.

De modo geral, é relevante para o contexto educacional atual a promoção de atividades diferenciadas, que envolvam o desenvolvimento de autonomia, habilidades e competências previstas na Base Comum Curricular. Os resultados alcançados nesta pesquisa indicam que a ABC se mostra positiva nesse sentido, pois os alunos se sentiram muito mais motivados e determinados em estudar os conceitos e argumentar sobre tais assuntos.

Ao final da aplicação do projeto, ocorreu o fechamento da proposta, com uma explicação geral feita pela mediadora sobre tudo o que foi discutido no debate. Como sugestão, foi indagado se os alunos conheciam os sistemas híbridos de fornecimento de energia, que podem englobar ambas as fontes alternativas defendidas pelos estudantes. Os alunos acharam válida a sugestão, e reconheceram que tanto a biomassa como a energia solar possuem vantagens e desvantagens ao serem utilizadas em qualquer região. Os alunos compreenderam que o objetivo da atividade era ir além de um debate, mas promover a aprendizagem dos conhecimentos de forma interativa e crítica, para que eles pudessem utilizar os conhecimentos em diferentes momentos da sua formação profissional e cidadã.

Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486, 1996.

BENCZE, L.; HALWANY, S. E.; KRSTOVICK, M., MILANOVIC, M.; PHILLIPS, C.; ZOUDA, M. (2018). Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais e ambientais relacionado à ciência e à tecnologia. In D. M., Conrado, & N. F., Nunes-Neto (Orgs.), *Questões Sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 515–560). EDUFBA.

BENDER, William N.. *Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação diferenciada para o século XXI*. Porto Alegre: Penso, 2014

BORGES, Fabricio Quadros; BARAUNA, Nayara Carmona; CHOTOE, Jonathas Ribeiro. Fontes renováveis de energia elétrica e qualidade de vida em comunidades na Ilha do Marajó, Pará. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 33, 2015.

BORGES, Fabrício Quadros; ZOUAIN, Désoiré Moraes. A matriz elétrica no estado do Pará e seu posicionamento na promoção do desenvolvimento sustentável. *Planejamento e políticas públicas*, v. 2, n. 35, 2011.

CANDÉO, Manuella. Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) por meio do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) a partir de filmes de cinema. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Proprietarios. Disponível em: <https://cedec.intef.es/>. Acesso em: 12/12/2022.

CHIZZOTTI, Antonio. Pesquisa Qualitativa em Ciências Humanas e Sociais. 3ª edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel N. Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia. **Educação em Revista**, v. 31, p. 329-357, 2015.

DE PAULO, Iramaia; PEREZ, Silvana; TABOSA, Clara H. S. Evolução do ensino competencial: uma comparação entre os documentos europeu e brasileiro. *Plurais Revista Multidisciplinar*, V. 6 (2), 81-102, 2021.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. Balanço Energético Nacional – ano base 2019. Rio de Janeiro: EPE, 2020.

ESCRIVÃO FILHO, Edmundo; RIBEIRO, L. R. C. Aprendendo com PBL: aprendizagem baseada em problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. Anais. São Carlos, SP: [s.n.], 2008

FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 19, 2017.

FRAIHA, Simone et al. Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [s.l.], v. 40, n. 4, p.1-7, 18 jun. 2018. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0052>.

HERREID, C. F. What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, v. 27, n. 3, p. 163-165, 1998

MAGALHÃES, W. D. A. M., e PEREIRA, A. L. S. O uso da aprendizagem baseada em problemas no ensino técnico: projetos integradores como experiência interdisciplinar. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*. 2019

MATIELLO, Sabrina et al. Energia e desenvolvimento: alternativas energéticas para áreas isoladas da Amazônia. *Revista Presença Geográfica*, v. 5, n. 1, p. 11-21, 2018.

MENDES, M. T. P. J. Aprender a pensar como professor - contributo da metodologia de casos na promoção da flexibilidade cognitiva. 2001. Tese (Doutorado). Universidade de Coimbra, Coimbra.

MIZUKAMI, M. D. N. A pesquisa sobre formação de professores: metodologias alternativas. VI Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores, 2003. p.201-233

MONTANHER, Valter César. Aprendizagem baseada em casos nas aulas de física do ensino médio. 2012. 245 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP.

- MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. P. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. *Ensaio*, v. 2, n. 2, 2002.
- MOREIRA, Marco Antônio. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. *Actas del PIDEDEC: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, p. 101-136, 2003.
- MOREIRA, M. A.; KOFF, E. D. O questionário como instrumento de coleta de informações sobre o ensino. **Ensino na universidade: sugestões para o professor. Porto Alegre: Editora da Universidade**, p. 118-130, 1985.
- MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 17, p. 115-138, 2015.
- OLIVEIRA, Maria Marly de. Como fazer pesquisa qualitativa. In: *Como fazer pesquisa qualitativa*. 2013.
- PASQUALETTO, Terrimar Ignácio; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Aprendizagem baseada em projetos no Ensino de Física: uma revisão da literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 551-577, 2017.
- PEZARINI, Agnaldo Ronie; MACIEL, Maria Delourdes. As dimensões da argumentação no ensino de ciências em pesquisas de 2007 a 2017: um olhar para a caracterização e para as ferramentas metodológicas para estudar esta temática. *Amazônia: revista de educação em ciências e matemáticas*, v. 14, n. 32, p. 61-77, 2018.
- PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antônio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 13, p. 71-84, 2007.
- RIBEIRO, L. R. C. *Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino superior*. 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2010. v.1.
- SADLER, T. D.; DONNELLY, L. A. Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, v. 28, n.12, p. 1463-1488, 2006.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008
- SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 17, p. 97-114, 2011.
- SAVERY, J.; DUFFY, T.; WILSON, B. *Problem Based Learning: An instructional model and its constructivist framework*. In: (Ed.). *Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Design*. Educational Technology Publications, 1995.
- SOUZA, S. C.; DOURADO, L. *Aprendizagem Baseada Em Problemas (ABP): Um Método De Aprendizagem Inovador Para O Ensino Educativo*. *Holos, Rio Grande do Norte*, v. 5, n. 31, p. 182-200, mar./set. 2015.

SOUZA, Hallan Max Silva; TELES, Mailson Borges; PINHO, João Tavares. Elaboração de mapas temáticos de energia solar e eólica para a ilha do Marajó/Estado do Pará. Campus Universitário de Abaetetuba/UFPA. Promoção: DPPG e Divisão de Extensão Abaetetuba-Pará, 2013.

WASSERMANN, S. El estudio de casos como método de enseñanza. Buenos Aires: Amorrortu, 1994.

YIN. R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 ed., Porto Alegre: Bookman, 2005.