UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA

JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: MINERAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE

Belém - PA
2024

JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: MINERAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE

Dissertação de mestrado e Produto Educacional apresentados ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Ensino de Ciências, sob orientação Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal e coorientação da Profa. Dra. Vânia Lobo Santos Magalhães.

Área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de professores de Ciências na Amazônia.

Linha de pesquisa: Estratégias Educativas para o ensino de Ciências Naturais na Amazônia.

Belém - PA
2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Biblioteca do CCSE/UEPA, Belém - PA

Santos, Juliane Larissa Barbosa

Sequência didática para o ensino de ciências: minerais na Amazônia paraense/Juliane Larissa Barbosa Santos; orientação de José Fernando Pereira Leal. - Belém, 2024

Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Pará. Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino na Amazônia. Belém, 2024.

1.Ciências-Estudo e ensino-Amazônia.2. Aprendizagem. 3.Minerais-Estudo e ensino -Amazônia. I. Leal, José Fernando Pereira (orient.) II. Título.

CDD 23ed. 507

Regina Coeli A. Ribeiro - CRB-2/739

JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: MINERAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE

Dissertação de mestrado e Produto Educacional apresentados ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Ensino de Ciências, sob orientação Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal e coorientação da Profa. Dra. Vânia Lobo Santos Magalhães.

Área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores de Ciências na Amazônia.

Linha de pesquisa: Estratégias Educativas para o ensino de Ciências Naturais na Amazônia.

BANCA EXAMINADORA

Data da Aprovação: 04 / 04 / 2024

_____
Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal.
Orientador– Universidade do Estado do Pará - UEPA
Programa de Pós- graduação em Educação e Ensino de Ciências - PPGEECA

_____
Prof(a). Dr(a) Lucicléia Pereira da Silva
Membro Interno – Universidade do Estado do Pará - UEPA
Programa de Pós- graduação em Educação e Ensino de Ciências - PPGEECA

_____
Prof(a). Dr(a) Shirsley Joany dos Santos da Silva
(**Membro Externo** – Universidade Federal Pará - UFPA)

Belém – PA
2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus e a Nossa Senhora de Nazaré, cujo apoio e força inabalável me permitiram chegar até este momento. A jornada até aqui foi desafiadora, e reconheço que sem a orientação divina, não teria sido possível enfrentá-la. Agradeço, Senhor, por guiar pessoas extraordinárias para cruzarem meu caminho e me oferecerem auxílio nesta jornada.

À minha mãe, Josiane Monteiro Barbosa, e ao meu pai, José Maria Santos Júnior, dedico uma gratidão sem medida. Desde o início do meu sonho, vocês estiveram ao meu lado, oferecendo apoio incondicional, compartilhando das minhas lutas e secando as minhas lágrimas. Mãe, obrigado por nunca me deixar sentir-me sozinho. Este passo em direção à realização do meu sonho é tão seu quanto é do papai. A vocês, meu profundo agradecimento.

Gostaria de dedicar um agradecimento especial à minha querida amiga, Professora Doutora Ionara Antunes Terra. Mais do que uma amiga, você foi meu porto seguro ao longo dessa jornada. Em momentos de dificuldade, você assumiu o papel de amiga e confidente, oferecendo-me confiança e acolhimento. Ao longo desses 6 anos de amizade, sua luz tem iluminado meus caminhos. Você é um verdadeiro exemplo do poder transformador do ensino. Amo você de todo o coração.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado enxugando minhas lágrimas e segurando minhas mãos, expresso minha sincera gratidão. Obrigado por acreditarem em mim. Um agradecimento especial aos meus amigos José Jorge da Silva Galvão e Raimunda Silvia Gatti Norte, cujo apoio foi fundamental nos momentos mais difíceis.

À instituição de ensino e seus colaboradores, meu mais profundo reconhecimento. Obrigado por acolherem e apoiarem o desenvolvimento desta pesquisa. Em particular, gostaria de expressar minha gratidão ao coordenador do curso onde realizei este estudo, Professor Marcelo Gomes. Sua dedicação incansável e apoio foram essenciais para o sucesso deste projeto. Os excelentes resultados alcançados são reflexo do seu comprometimento com o ensino e a pesquisa no Estado do Pará.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os professores humanizados do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA).

Que esta expressão de gratidão possa transmitir a magnitude do meu apreço por cada pessoa que esteve ao meu lado nesta jornada. Obrigado.

Juliane Larissa Barbosa Santos

"*Na Amazônia, em segredos de verde e ouro, nas entranhas da terra, um tesouro oculto, minerais guardam histórias, mistérios a contar, em cada cristal, um eco da eternidade a vibrar. Do ouro reluzente ao verde esmeralda, Pedras preciosas, diamantes na mata, minérios que pulsam, vida em sua forma bruta, na Amazônia, a riqueza que a natureza enxuta. Em cada veio de quartzo, um suspiro da floresta, cada rocha carrega a alma da terra em festa, minerais da Amazônia, joias do coração, Guardiões de um mundo em constante transformação*". (JULIANE, 2024).

MEMORIAL DE FORMAÇÃO

Estudei meu Ensino Fundamental na Escola Municipal Aloysio da Costa Chaves e o médio na Escola Estadual Inácio Moura, ambas localizadas no município de Santo Antônio do Tauá-PA. Desde o início de minha formação escolar notei um agrado maior pelas matérias de Ciências, Matemática e História, mas especificamente no meu 9° ano, durante a disciplina de ciência, em especial a Ciências, após fazer uma atividade relacionada a disciplina (um vulcão apresentado na feira de ciências) passei a ter uma grande paixão pelas ciências naturais. Quando ingressei no ensino médio, estava disposta a aprofundar meus conhecimentos sobre a Ciências, no entanto, me deparei com a falta de professores para a disciplina, a desvalorização do curso e o não uso do laboratório de Ciências, tais empecilhos me motivaram a buscar por esse conhecimento.

Diante disso, busquei desenvolver meus conhecimentos através de livros e pesquisas em artigos. Adentrei como vice-presidente do colegiado e solicitei a direção o uso do laboratório, como este não era utilizado, passava meus momentos livres na escola estudando e conhecendo as vidrarias e substâncias que ali se encontravam, dentre um livro e outro, tive conhecimento sobre os óleos essenciais e os seus produtos ativos, inicia-se então, minha paixão pela ciências dos produtos naturais. Com isso, após concluir meu Ensino Médio, procurei algo que relacionasse com o que eu buscava sobre os produtos naturais e escolhi o curso de ciências. O gosto pelo "ser cientista" sempre me motivou a buscar uma profissão voltada ao conhecimento científico. Desde o ensino fundamental pensava em pesquisar e descobrir coisas em livros e revistas, mais especificamente de temas relacionados aos experimentos químicos. Passa parte do meu tempo estudando sobre os produtos naturais e como eram feitos.

Durante o vestibular minha primeira opção de curso sempre foi a Ciências, tendo o privilégio de passar em todas, e escolher a universidade do estado do Pará, no curso voltado à Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Ciências, disciplina que sempre tive apreço desde o ensino médio. No entanto, ministrar aula era algo longínquo de minhas expectativas, pois, sempre tive afinidade na pesquisa e por ser uma pessoa extremamente tímida, me senti mais uma vez desafiada, afinal, estava ingressando em um curso de licenciatura.

Resolvi enfrentar o desafio e iniciei a graduação em 2017. Apesar das dificuldades em algumas disciplinas, principalmente por não ter tido base no ensino fundamental e médio, passava boa parte do meu tempo "livre" na universidade estudando na biblioteca. Em 2018 adentrei no Clube de Ciências da Universidade Federal do Pará, lugar ímpar de grandes trocas de aprendizagem, em 2019 iniciei o estágio no Centro de Ciências e Planetário do Pará (CCPPA), momento essencial para minha vida onde comecei a compreender minha missão profissional e pessoal. Nesse Espaço Não Formal tive trabalhos aceitos em eventos, transformei a forma de me comunicar em público e conheci professores influenciadores na minha escolha pela docência. Nos anos de 2017 e 2021 recebi os certificados de excelência acadêmica da UEPA de reconhecimento pela dedicação e esforço durante o curso, bem como participei de inúmeros projetos de iniciação cientifica.

Em 2022 ingressei no Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA), no qual me possibilita mudar a realidade da educação pública de nosso país, mesmo que seja um passo de cada vez, o PPGEECA me oportuniza em vivenciar grandes experiencia e contribui significativamente para a minha educação continuada e em retribuição, pretendo cada vez mais somar para dar retorno a educação, ensino e pesquisa, podendo mudar a realidade daqueles que sonham em ser um (a) grande pesquisador (a) como eu.

RESUMO

SANTOS, Juliane. **Ensino de ciências a partir da cadeia produtiva de minerais na Amazônia paraense:** uma sequência didática. 2024. 91 p. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia), Universidade do Estado do Pará, Belém, 2024.

No campo do ensino de Ciências, é fundamental adotar abordagens didático-pedagógicas que integrem não apenas conhecimentos científicos, mas também incorporem tecnologias digitais e questões contextualizadas à realidade dos alunos. Um exemplo dessa integração é a aplicação da metodologia da Sala de Aula Invertida em conjunto com a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Essa combinação foi empregada com sucesso para abordar o estudo dos minerais no contexto específico da Amazônia, por meio de uma Sequência Didática (SD) conduzida em uma escola técnica em Belém, no estado do Pará. O estudo adotou a abordagem da Pesquisa-Ação, combinando aspectos qualitativos e quantitativos, com foco no ensino de minerais, envolvendo alunos do Curso Técnico em Meio Ambiente. A coleta de dados foi realizada por meio de observação participante, diários de bordo, áudio, vídeo e questionários. Os dados foram analisados utilizando a técnica de análise de conteúdo de Bardin. A SD, foi cuidadosamente planejada de acordo com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e direcionada aos objetivos específicos das Ciências da Natureza no Ensino Médio. Estruturada em cinco momentos, cada um com a duração de 1 hora e 40 minutos, a SD envolveu a participação de seis alunos do 4º ano do Ensino Médio/Técnico a partir do primeiro semestre de 2023. A pesquisa concentrou-se na análise das perspectivas e conhecimentos prévios dos alunos sobre os minerais, bem como em suas experiências prévias com a disciplina. Os resultados revelaram um nível básico de compreensão por parte dos alunos sobre os minerais, juntamente com um interesse evidente em sua aplicação no contexto cotidiano, especialmente no contexto amazônico. A SD demonstrou ser uma estratégia eficaz para promover o avanço desses conhecimentos, tornando o aprendizado mais envolvente, acessível e participativo. Além disso, resultou na criação de um Produto Educacional (PE) abrangente, intitulado "Sequência Didática para o Ensino de Ciências: Minerais na Amazônia Paraense", que integra uma variedade de tópicos das ciências naturais, incentivando uma abordagem multidisciplinar. A validação da SD baseou-se na análise do desempenho dos alunos, no feedback positivo dos educadores e na observação do envolvimento dos estudantes nas atividades propostas, evidenciando sua eficácia. Destaca-se que a abordagem CTSA desempenhou um papel fundamental na facilitação da compreensão dos alunos em relação aos minerais, assim como na elaboração do PE, baseado nas experiências vivenciadas ao longo do processo. Acredita-se que essa tecnologia educacional possa representar uma valiosa ferramenta de apoio para os professores de Ciências dos Ensinos Técnicos Integrados e/ou Subsequentes, contribuindo significativamente para o processo de ensino-aprendizagem sobre minerais.

Palavras-chave: Produto Educacional. Educação Ambiental. Minerais Amazônicos.

ABSTRACT

SANTOS, Juliane. **Science education based on the productive chain of minerals in the Pará Amazon**: a didactic sequence. 2024. Number of pages p. Qualification (Master of Science Education and Teaching in the Amazon), State University of Pará, Belém, 2024.

In the field of science teaching, it is essential to adopt didactic-pedagogical approaches that integrate not only scientific knowledge, but also incorporate digital technologies and issues that are contextualized to the students' reality. An example of this integration is the application of the Flipped Classroom methodology in conjunction with the CTSA (Science, Technology, Society and Environment) approach. This combination was successfully used to address the study of minerals in the specific context of the Amazon, through a Didactic Sequence (DS) conducted at a technical school in Belém, in the state of Pará. The study adopted an Action Research approach, combining qualitative and quantitative aspects, with a focus on the teaching of minerals, involving students from the Technical Course in the Environment. Data was collected through participant observation, logbooks, audio, video and questionnaires. The data was analyzed using Bardin's content analysis technique. The DS was carefully planned in accordance with the guidelines of the National Common Core Curriculum (BNCC) and aimed at the specific objectives of the Natural Sciences in High School. Structured in five moments, each lasting 1 hour and 40 minutes, the DS involved the participation of six 4th year high school/technical students from the first semester of 2023. The research focused on analyzing the students' perspectives and prior knowledge about minerals, as well as their previous experiences with the subject. The results revealed a basic level of understanding on the part of the students about minerals, along with a clear interest in their application in everyday life, especially in the Amazonian context. The DS proved to be an effective strategy for advancing this knowledge, making learning more engaging, accessible and participatory. In addition, it resulted in the creation of a comprehensive Educational Product (EP), entitled "Didactic Sequence for Science Teaching: Minerals in the Para Amazon", which integrates a variety of natural science topics, encouraging a multidisciplinary approach. Validation of the DS was based on analysis of student performance, positive feedback from educators and observation of student involvement in the proposed activities, showing its effectiveness. It is noteworthy that the CTSA approach played a fundamental role in facilitating the students' understanding of minerals, as well as in the elaboration of the SP, based on experiences throughout the process. It is believed that this educational technology can represent a valuable support tool for science teachers in Integrated and/or Subsequent Technical Education, making a significant contribution to the teaching-learning process on minerals.

Keywords: Educational product. Environmental Education. Amazonian minerals.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - (A) Ouro; (B) Cobre; (C) Ferro. 18
Figura 2 - Manganês. 19
Figura 3 - Lateral esquerda da escola. 34
Figura 4 - Quadra e salas da escola. 34
Figura 5 - (A) cúpula; (B) constelações projetadas pelo planetário e (C) centro de ciências. 35
Figura 6 - Cartilha "IMPORTÂNCIA DOS MINERAIS PARA A SOCIEDADE MODERNA". 39
Figura 7 - Jogo da Memória sobre alguns minerais da Amazônia Paraense. 40
Figura 8 - "Cartilha explicativa sobre a Barragem Serra Azul da ArcelorMittal". 41
Figura 9 - "Caça-Palavras dos Minerais aplicado na aula 5". 43
Figura 10 - Nuvens de palavras da categoria 1 dos apêndices 1.1 e 2.1. PA, Brasil, 2023. 47
Figura 11 – Nuvens de palavras da categoria 2 dos apêndices 1.1 e 2.1. PA, Brasil, 2023. 48
Figura 12 - Bauxita. 50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Razões pelas quais a abordagem híbrida é adotada 16
Quadro 2 - Aspectos fundamentais associados às abordagens híbridas 17
Quadro 3 - Relevância das metodologias ativas no processo de ensino aprendizagem 27
Quadro 4 - Competência específica 2 e habilidades que serão utilizadas neste roteiro, direcionado a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, na BNCC do Ensino Médio. 36
Quadro 5 - Competência específica 3 e habilidades que serão utilizadas neste roteiro, direcionado a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, na BNCC do Ensino Médio. 37
Quadro 6 - Organização do conteúdo da sequência didática "Sequência didática: desvendando os segredos dos minerais". 37
Quadro 7 – Roteiro de atividades. 42
Quadro 8 - Caracterização dos participantes da EETEPA "Doutor Celso Malcher" (PA), Brasil, 2023 44
Quadro 9 - Categoria 1 e 2 do questionário 1 aplicado antes da sequência didática (APENDICE 1.1), PA, Brasil, 2023. 45

Quadro 10 - Categoria 1 e 2 do questionário 2 aplicado após a sequência didática (APENDICE 2.1), PA, Brasil, 2023. 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Panorama da produção mineral paraense no cenário nacional por substância produzida (2021)..... 20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CEP - Comitê de Ética de Pesquisa

MP – Momento Pedagógico

SAI - sala de aula invertida

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

TDIC - tecnologias digitais da informação e comunicação

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração

SD – Sequência Didática

CCPPA - Centro de Ciências e Planetário do Pará

EETEPA "Doutor Celso Malcher" - Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará "Dr. Celso Malcher"

UEPA - Universidade do Estado do Pará

TALE - Termo de assentimento livre e esclarecido do menor

TCLE - Termo de consentimento livre e esclarecido

TCUD – Termo de Compromisso para Utilização e Manuseio de dados

TCUISV - Termo de Autorização de uso de Imagem, Voz e Som

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 REFERENCIAL TEÓRICO 15

2.1 A RUPTURA DO CURRÍCULO TRADICIONAL E A IMPORTÂNCIA DO CURRÍCULO HÍBRIDO NO ENSINO DE CIÊNCIAS 15

2.2. A HISTÓRIA DOS MINERAIS E DA PRODUÇÃO MINERAL: IMPORTÂNCIA DA TEMÁTICA "MINERAIS DA AMAZÔNIA PARAENSE". 18

2.3. A SALA DE AULA INVERTIDA COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS 24

2.4 A ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE (CTSA) NO ENSINO DE MINERAIS. 27

3. OBJETIVOS 30

3.1 Geral: 30

3.2 Específicos: 30

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 31

4.1. MÉTODO DE PESQUISA 31

4.1.1 Contexto de estudo 33

4.2. CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE MINERAIS USANDO O MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE E MODELO DE SALA DE AULA INVERTIDA 35

4.2.1 "sequência didática: Desvendando os segredos dos minerais" 37

4.2.2 Aplicação da Sequência Didática 38

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 43

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES 43

5.2 CATEGORIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS 44

5.3 CATEGORIA 1: CONHECIMENTOS E PERSPECTIVAS DOS ALUNOS SOBRE OS MINERAIS 48

5.4 CATEGORIA 2: EXPERIÊNCIAS DOS ALUNOS COM A DISCIPLINA 53

6 PRODUTO EDUCACIONAL 59

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 61

REFERÊNCIAS 65

ANEXO A – PARECER COSUBSTANCIADO DO CEP 73

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) 79

APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR (TALE) 82

APÊNDICE C - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA 85

APÊNDICE D - TERMO DE COMPROMISSO 86

APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL 87

1 INTRODUÇÃO

O desinteresse dos alunos pela escola é um problema que vem recebendo cada vez mais atenção, pois, segundo a análise de Rodrigues e Rocha (2018), os professores de ciências apontaram que o maior desafio na prática docente é a falta de interesse dos alunos em aprender. Com relação a isso, Marques, Campos e Zamalde (2021) sinalizam que a maioria dos professores utiliza métodos de ensino desatualizados que não atraem os alunos.

Diante deste cenário, reconhecemos que o ensino de ciências requer abordagens didático-pedagógicas que integrem conhecimentos científicos, tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) e questões que permeiam o dia a dia dos alunos, objetivando a contextualização na construção de conhecimentos. Entretanto, a literatura aponta diversos desafios para que esta integração se torne real no contexto escolar brasileiro, dentre os quais destacamos o ensino tradicional, caracterizado por adotar estratégias informativas, bancárias, unidirecionais e centradas no professor (Mattar, 2017).

Por conseguinte, para tornar o ensino mais atrativo, os professores podem apropriar-se das metodologias ativas, pois, nesta leva-se em consideração o aluno como o centro do processo educacional, logo se constitui uma ferramenta muito utilizada para pensar a educação de forma inovadora, facilitando o processo de aprendizagem e tornando-o prazeroso (Pereira; Silva, 2020). Como afirmou o Professor António Nóvoa, em entrevista à Boto (2018, p.18), a "revolução digital coloca-nos perante novas maneiras de pensar, de conhecer, de comunicar e, sobretudo, de aprender". Para tanto, à escola e aos professores foram impostos novos desafios: construir espaços e estratégias de ensino e aprendizagem inovadoras, dinâmicas, vivas e ativas. Neste contexto, avançam discussões, implementações e estratégias denominadas de metodologias ativas.

Dentre uma alternativa para se utilizar a metodologia ativa, está o ensino através da sala de aula invertida, os professores passam a desempenhar um novo papel, o de catalisador e facilitador, cuja função é auxiliar os alunos a aprenderem um novo modo de pensar. Em vez da simples transferência de conteúdo, eles agora devem estimular os estudantes a aprenderem a aprender, a aprender como pensar em termos científicos (Dolabela; Filion, 2013). Em concordância, Henrique e Cunha (2008) defendem uma nova função do professor, buscando um equilíbrio entre a transmissão do conteúdo teórico e a facilitação do processo de aprendizagem, através de aconselhamento e orientações das atividades práticas propostas aos estudantes.

Pois, como discorrem Miranda, Pazinato e Braiante (2017) e Costa, Azevedo e Pino (2017), é notório que a sociedade contemporânea está marcada por progressos tecnológicos intermitentes, em que o conhecimento interdisciplinar é pré-requisito para acompanhar esse avanço científico, é inconcebível que o ensino de ciências se aproprie de metodologias e temáticas geradoras que facilitem o aprendizado de fatores relacionados ao seu cotidiano, para atuar ativamente na própria aprendizagem, é possível aproveitar satisfatoriamente os conteúdos programáticos a serem debatidos em aula.

Ao Ensino de Ciências cabe criar espaços para a construção de conhecimentos que permitam aos alunos compreenderem o mundo em que vivem e atuar neste como cidadãos da sociedade do conhecimento. Para refletir acerca dos limites e possibilidades de criação de espaços inovadores de ensino, precisam-se compreender: como os professores vem ensinando Ciências, em especial o ensino do conceito de metais, dentro do curso Técnico de Meio ambiente, analisando as possibilidades das metodologias ativas? Quais as considerações acerca da utilização de metodologias ativas como alternativa ao ensino tradicional? Levando em consideração que as metodologias ativas podem ser importantes aliadas do Ensino de Ciências.

Os minerais são de extrema importância para os organismos vivos, e cada vez mais estudos estão sendo realizados sobre eles, em busca de melhores contribuições para a sociedade. Segundo Wicander e Monroe (2009), a palavra “minerais” é utilizada em diversas situações do nosso cotidiano, como sais minerais presentes na água ou nos alimentos, mas deve-se levar em consideração que não são minerais em geologia, pois para que cheguem aos humanos através dos alimentos vários processos devem ocorrer primeiro.

Assim como os minerais, a ciência está presente em todos os momentos da nossa vida, porém, o estudo dos minerais ajuda principalmente os profissionais que necessitem conhecimento da área da Ciências, portanto, é necessário conhecer seus conceitos e como utilizar de forma adequada (Klein; Dutrow, 2012).

Por conseguinte, é de extrema importância destacar que os produtos minerais deram nomes a períodos da história como o período da pedra Lascada, a idade da pedra lustrada, a idade do Bronze e a idade do Ferro. Olhando para a situação global atual, ainda parece não haver compreensão da dimensão significância e, em muitos casos, o conhecimento público apenas enfatiza os aspectos negativos da mineração (Lorenzo; Fontes, 2003).

O avanço da sociedade tecnológica é resultado direto do domínio humano sobre as matérias-primas minerais. E, ao longo dos últimos séculos, mais e mais elementos químicos

têm sido usados para criar novas tecnologias. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM (2014, p. 29) todo objeto metálico, desde o mais simples tacho até o mais complexo instrumento científico, é feito de uma variedade de produtos minerais. Vitalidade elétrica transmitida por cabos, carros, geladeiras, grampos usuais - tudo vem de minerais que a natureza fornece ao homem.

Assim, num contexto mais amplo, a Mineralogia é um ramo da geologia dedicada ao estudo dos minérios através de suas propriedades, onde se estuda a constituição desses metais, estrutura, origem e curso, sendo estes a base da cadeia produtiva, e encontrados em praticamente todos os materiais industriais, desempenhando um papel indispensável na indústria, saúde e política e educação, necessitando portanto, de estratégias educacionais que construa de forma significativa a compreensão desses conceitos aos estudantes (Damasceno, 2017).

Partindo desse pressuposto, a sala de aula invertida agrega uma dialogicidade entre a vivência prática dos conhecimentos do estudante e o desenvolvimento das habilidades dos conteúdos formais propostos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Com isso, compreender a relação entre o conteúdo escolar e o mundo é uma das capacidades integradas da BNCC para o ensino de ciências. O documento recomenda examinar situações problemáticas por meio da avaliação do conhecimento científico / tecnológico e suas aplicações no mundo (Brasil, 2018).

Assumido estes pressupostos, objetiva-se apresentar uma sequência didática relacionando o ensino do conceito de minerais e sua relação com o curso de Meio Ambiente propiciando condições para que os alunos desenvolvam habilidades, o que não se dá apenas por meio do conhecimento, mais de novas estratégias de ensino muito bem estruturadas e organizadas (Schnetzler; Antunes-Souza, 2019). Através de uma sequência didática que utiliza a metodologia da Sala de Aula Invertida guiada pelo movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) que possibilita o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, contribuindo para a formação de um indivíduo mais consciente e capacitado que inclui atividades que buscam contextualizar os alunos aos principais aspectos relacionados a temas econômicos, sociais, ambientais. Busca-se que os alunos consigam se posicionar criticamente e relacionar isso com seu cotidiano e com a sociedade em que vivem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A RUPTURA DO CURRÍCULO TRADICIONAL E A IMPORTÂNCIA DO CURRÍCULO HÍBRIDO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Mesmo com as constantes mudanças da sociedade e com a ascensão do uso de tecnologias direcionadas ao ensino, no Brasil existem escolas estruturadas com metodologias de ensino tradicionais, que não conseguem suprir o ensino e resistem ao longo do tempo (Pereira; *et al*., 2020). Na pedagogia tradicional o professor estrutura previamente suas aulas, repassando aos alunos de forma que estes apenas o assistem e repetem o conteúdo repassado, o que não é eficaz para o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o aluno apenas irá exercitar a informação por pressão de seu superior, preocupando-se mais com a quantidade de assunto do que com a construção de pensamento crítico (Pereira; *et al*., 2020).

De acordo com Moreira (2021), as instituições de ensino possuem diferentes culturas escolares, sendo encontradas diversas formas de mediar o processo de aprendizagem, existindo, por exemplo, os que utilizam os métodos bancários e o método problematizador. O primeiro é amplamente utilizado, pois consiste apenas na transmissão do conteúdo, sem muitos questionamentos por parte dos alunos. Já o segundo método citado promove a liberdade de expressão do pensamento dentro da sala de aula, repassando o protagonismo da sala de aula para o aluno.

Para a retenção de informações, o modelo tradicional explora as capacidades de forma mais reduzida, como o ver e ouvir, modelo perpetuado por diversos motivos, como a falta de tempo dos docentes para elaborar aulas dinâmicas que atinjam seus alunos em seus diversos sentidos; a falta de conhecimento da existência desses outros tipos de metodologias ativas; a aplicação do modelo de formação que o docente recebe; a falta de infraestrutura física e lógica para realização de experiências; salas superlotadas; falta de incentivo; desmotivação; entre outros fatores (Bottentuit Junior, 2019).

O ensino de Ciências possibilita a busca pelo entendimento da natureza e suas transformações, através da realização de experimentos que auxiliam nas interações sociais que se relacionam com a sua compreensão. Ao longo do tempo este ensino tornou-se um desafio, de forma que as metodologias tradicionais não são mais satisfatórias para esta finalidade (Monte Júnior; Santos, 2021). De acordo com Mortimer, Machado e Romanelli (2000), o ensino da ciência tradicional é resultante do processo histórico de repetição de fórmulas que transforma a

disciplina em um manejo de pequenos rituais, que geralmente são resumidos em relacionar aspectos formais da ciências, por exemplo, fórmulas e classificações.

De acordo com Maximiano (2018), na forma tradicional, os estudantes assistem às aulas e ocupam-se em fazer anotações ao mesmo tempo, dedicando tempo para seus estudo fora de sala de aula muito mais nas épocas de provas, exames e atividades avaliativas, além de lhe serem indicadas extensas bibliografias, ou longas listas de questões, ou apostilas. Para o autor, o ensino médio brasileiro é largamente baseado neste sistema de ensino apostilado, com um conteúdo resumido e questões-padrão. Sendo assim, o trabalho do professor de ciências não deve se limitar a transmitir conteúdos e significados de símbolos e fórmulas, mas favorecer as atividades psico-cognitivas dos estudantes (Bedin, 2019).

Oposto ao modelo tradicional de ensino, o modelo híbrido considera as diferenças de aprendizado dos indivíduos, e significa a utilização de um ensino definido como misturado, partindo do pressuposto que a educação sempre foi híbrida pois combina diferentes tempos, atividades, espaços, metodologias e modelos (Dantas; Mesquita; Silva, 2023).

A aprendizagem híbrida, também conhecida como Blended Learning, pode ser definida de várias formas. Nesta pesquisa, abordaremos a definição de aprendizagem em um contexto de interações presenciais e online (Boelens; *et al*., 2015). No Quadro 1 estão algumas das razões pelas quais a abordagem híbrida é adotada:

Quadro 1 - Razões pelas quais a abordagem híbrida é adotada

Razões pelas quais a abordagem híbrida é adotada
Permite que os professores participem em situações que os impediriam de estar presentes;
Traz o contexto real para a formação inicial;
Facilita o feedback entre os participantes;
Desenvolve uma comunidade intercultural e internacional na formação e desenvolvimento profissional do educador;
Reduz os custos em termos de escalabilidade;
Permite o desenvolvimento, identificação e incorporação de novas práticas inovadoras em educação;
Aumenta o acesso a uma educação de qualidade.

Fonte: Boelens *et al.* (2015).

O autor Owston (2018) ressalta, além dos motivos previamente mencionados, a ampliação do empoderamento dos estudantes em abordagens híbridas, identificando quatro aspectos fundamentais no Quadro 2:

Quadro 2 - Aspectos fundamentais associados às abordagens híbridas

Aspectos fundamentais associados às abordagens híbridas
1. A flexibilidade para escolher quando e onde participar da componente online da formação;
2. O desempenho dos estudantes em cursos híbridos tende a ser superior em comparação com modalidades totalmente online ou presencial;
3. A autoeficácia e a autorregulação tendem a ser mais elevadas em cursos híbridos;
4. O nível de satisfação dos estudantes com métodos de aprendizagem que empregam abordagens híbridas.

Fonte: Owston (2018).

Esses aspectos são cruciais no contexto da formação docente, pois contribuem para o desenvolvimento de habilidades reflexivas sobre práticas e inovações, tanto nacionais quanto internacionais. Em diversos cenários, configuram-se como sucessos relevantes na educação híbrida. A capacidade de registrar práticas em salas de aula, compartilhar experiências e refletir junto aos colegas, bem como participar de uma rede colaborativa que possibilita intervenções e aprimoramentos por meio de e-portfólios, destaca-se em países da África, na Índia e em regiões da América Latina (Impedovo; Malik, 2019).

Pesquisas indicam que o sucesso dos cursos híbridos está diretamente ligado ao planejamento cuidadoso do design do curso, adequando as atividades aos ambientes online e presencial (Littenberg-Tobias; Reich, 2018).

Uma das características do ensino híbrido é a sua divisão entre o ensino presencial e o ensino a distância (remoto). Além disso, conta com modelos que buscam despertar a curiosidade em diferentes sentidos e identidades dos alunos, se relacionando com a inclusão e apropriação do mundo digital, o qual faz parte do cotidiano (Sales; *et al*., 2021).

Por conseguinte, o uso da metodologia híbrida, requer a consideração de regras como: ter em mente os objetivos pessoais e contextualizados dos estudantes; garantir uma comunicação efetiva, escutando e explicando; identificar as necessidades dos alunos; escolher os modos de interação apropriados; considerar a infraestrutura e os acessos dos estudantes; usar learning analytics (análises de aprendizagem); identificar as diferentes possibilidades das diversas mídias e como usá-las. Um bom design de ensino online é baseado em quatro elementos principais: contexto, ferramentas e recursos, tarefas específicas e as relações entre as três primeiras (interatividade das ferramentas, individualização das tarefas e o tipo de mediação do professor a partir dos recursos) (Sales; *et al*., 2021).

O ensino híbrido foi intensificado nos últimos tempos devido a pandemia causada pela COVID-19, a qual teve como uma de suas medidas restritivas o distanciamento/isolamento social dos indivíduos do mundo inteiro. Desta forma, a tecnologia passou a ser mais utilizada para a educação, e, mesmo que esta forma de ensino já fosse praticada antes da pandemia, foi a partir deste momento que passaram a ouvir mais sobre a metodologia (Santos, 2022).

Além disso, o sistema educacional precisa ser adequado aos atuais alunos, que estão, ou deveriam, ter fácil acesso às informações disponibilizadas de forma online, o que implica no acesso à internet e suas ferramentas, como os computadores e smartphones (Moreira, 2021). Essas mudanças e urgência na promoção de medidas que facilitem o acesso, principalmente aos que não possuem condições para acessar essas tecnologias, devem-se ao fato de que o sistema educacional criado não foi feito para os estudantes de hoje.

2.2. A HISTÓRIA DOS MINERAIS E DA PRODUÇÃO MINERAL: IMPORTÂNCIA DA TEMÁTICA "MINERAIS DA AMAZÔNIA PARAENSE".

A descoberta de riquezas minerais no Brasil foi registrada em relatos históricos que datam do século XVI. Em 1550, o espanhol Felipe de Guilhem (1487-1571) escreveu ao rei Dom João III, mencionando as esmeraldas e outras pedras preciosas encontradas no país recém-descoberto. Anos depois, em 1576, o português Pero de Magalhães Gândavo (cerca de 1540-1580) publicou o primeiro relato da existência de ouro e cristais (Falcão, 1963).

Em 1587, Gabriel Soares de Sousa (~1540-1591) registrou a descoberta de ouro, cobre, ferro (Figura 1), pedras verdes usadas pelos índios como adorno, além de ametistas e granadas. Em 1589, Afonso Sardinha (?-1616) e seu filho homônimo (?-1604) descobriram magnetita e dois anos depois construíram a primeira fundição de ferro do Brasil em Ipanema, atual Sorocaba (SP), que operou até 1628. Pedro Sardinha, neto de Afonso Sardinha (pai), e seu filho Gaspar mineraram ouro em Jaraguá por várias décadas (Falcão, 1963).

Figura 1 - (A) Ouro; (B) Cobre; (C) Ferro.



Fonte: A – Geoscan (2022); B – Garcia (2019); C – Geologyscience (2017).

Diante disso, observa-se que a história do Brasil e a mineração estão intimamente ligadas, uma vez que a exploração de recursos minerais sempre foi um fator importante para a economia e ocupação territorial do país. Segundo Souza e Lins (1989), a extração mineral começou durante o processo de colonização, com a extração de riquezas minerais por meio da escravidão. O principal objetivo era abastecer o mercado internacional.

Ainda, o primeiro ciclo do ouro no Brasil sofreu modificações ao longo de sua extração. De acordo com Brasil (2001), esse primeiro momento chegou ao declínio no Século XIX, quando se acreditava que as jazidas superficiais estavam esgotadas. Nesse período, houve uma tentativa, sem muito sucesso, de explorar as jazidas primárias de ouro. O segundo ciclo mineral do país iniciou-se nos anos 1950 e foi consolidado no final da década de 1960. Brasil (2001) aponta que a maior parte do atual parque mineral brasileiro foi construída recentemente, durante as décadas de 1970 e 1980.

A década de 1950 foi marcada pela implantação da mina de manganês (Figura 2) no Amapá, além do início de uma nova fase de modernização das minas de Itabira. Nessa época, técnicos brasileiros e americanos introduziram novas técnicas de perfuração e desmonte, além do uso de escavadeiras elétricas e caminhões fora de estrada, conforme observado por Germani (2002).

Figura 2 - Manganês.



Fonte: Jazida (2021).

A exploração mineral no Pará teve início em 1967 com a descoberta da maior reserva de minério de ferro do mundo em Serra dos Carajás. Na década de 1970, a extração de minérios, especialmente na região sudeste, impulsionou o crescimento econômico, destacando-se o ferro em Serra dos Carajás e o ouro em Serra Pelada (Santos, 2002). Grandes empreendimentos minero-metalúrgicos na década de 1970 causaram transformações econômicas, sociais e

ambientais nos municípios envolvidos, como Curionópolis, que abriga a antiga mina de Serra Pelada. Mais de 100 mil mineradores buscaram metais preciosos na região, tornando o Pará um dos principais estados brasileiros exportadores de produtos minerais, conforme o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 1987).

A maior parte da produção do estado é destinada à exportação, gerando benefícios para a balança comercial e a economia do país, bem como para o Produto Interno Bruto (PIB) do Pará. A riqueza e a diversidade das reservas minerais do estado atraem grandes investimentos para o setor, impulsionando receitas municipais por meio de royalties e o mercado de trabalho local. A mineração também beneficia outros setores econômicos, como comércio e serviços, especialmente nos municípios que estão diretamente envolvidos nos projetos mineradores, como Canaã dos Carajás, Parauapebas e Marabá (Brasil, 2023).

No contexto deste estudo, a produção mineral da Amazônia Paraense envolve a extração e processamento de minérios, incluindo minerais metálicos (como ferro, cobre e alumínio), não metálicos (como areia, caulim e sal), energéticos (como carvão mineral e materiais radioativos) e pedras preciosas/diamantes. De acordo com a Agência Nacional de Mineração – ANM (Brasil, 2023), o Brasil produziu 1,7 bilhão de toneladas de minérios em 2021. No mesmo período, o estado do Pará contribuiu com 369,4 milhões de toneladas, ou 21,2% da produção nacional, conforme Tabela 1.

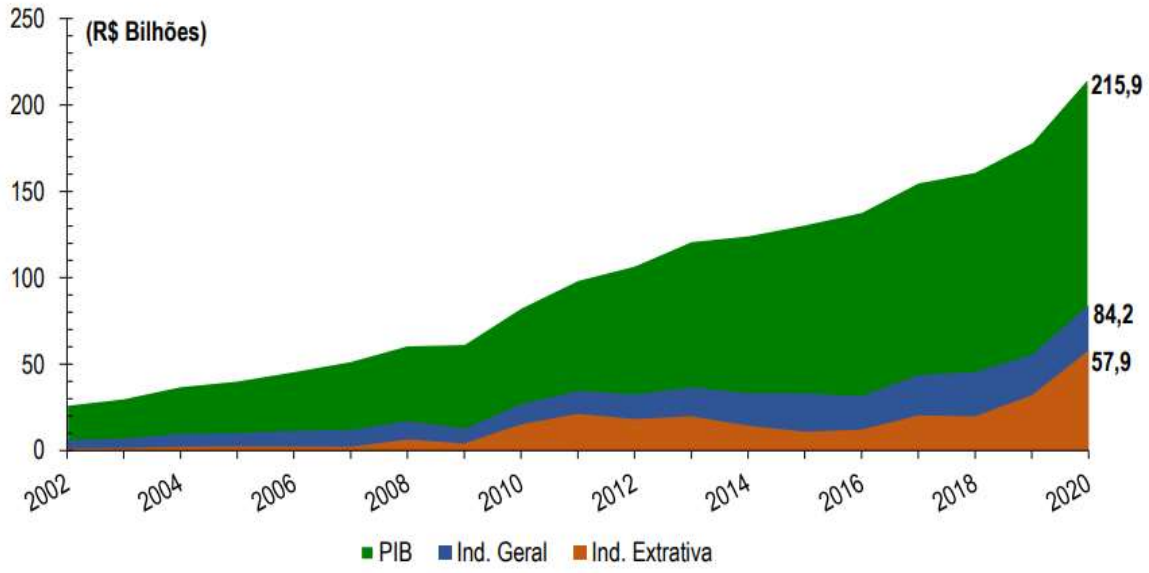
Tabela 1 - Panorama da produção mineral paraense no cenário nacional por substância produzida (2021).

Substância mineral	Produção (milhões de toneladas)		Proporção PA/BR (%)
	Brasil	Pará	
Total	1.739,7	369,4	21,2
Ferro	568,4	192,3	33,8
Cobre	99,6	57,4	57,6
Ouro	199,2	55,7	27,9
Alumínio (Bauxita)	46,3	41,4	89,4
Estanho	37,4	6,0	16,0
Rochas (Britadas) e Cascalhos	262,2	3,6	1,4
Calcário	169,8	3,3	2,0
Calim	4,1	2,7	66,3
Níquel	12,5	2,6	21,2
Areia	130,2	2,2	1,7
Manganês	1,9	0,7	38,5
Argilas	52,2	0,5	1,0
Prata	3,2	0,5	15,9
Saibro	16,0	0,5	1,1
Fosfato	39,7	0,2	0,3
Nióbio	15,5	0,1	0,6
Gemas	0,3	0,0	0,1
Outros	6,3	-	-

Fonte: Brasil (2023).

De acordo com o histórico oficial do PIB do Pará (2002-2020) calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a indústria mineral tem mantido uma média de 11,5% de participação no PIB do estado. Esse número é significativamente maior do que a média nacional, que é de 0,3% ao ano. O Gráfico 1 destaca a importância contínua dessa atividade para a geração de riqueza no estado do Pará.

Gráfico 1 - Evolução da participação da indústria extrativa na composição do PIB, Pará (2002- 2020)



Fonte: IBGE (2020).

Apesar de seu desenvolvimento econômico, a mineração tem ocasionado problemas ambientais significativos no estado do Pará e em outras áreas produtoras. É crucial analisar e debater essas questões, a fim de encontrar soluções e/ou meios de amenizá-las. Essa é uma questão contemporânea importante que precisa ser enfrentada.

De acordo com ambientalistas, os impactos ambientais da mineração não se limitam apenas à mudança da paisagem e ao local da mina. Mesmo após a extração, os danos ambientais continuam a persistir, afetando as regiões circunvizinhas. Essa mensagem, muitas vezes, é transmitida pelo próprio setor mineral em uma tentativa de minimizar sua imagem negativa (Milanez; Santos, 2013).

Os impactos da mineração também podem ocorrer nos recursos hídricos, e neste ocorrem em três níveis distintos. O primeiro é o alto consumo de água, seguido pelos problemas

associados à extração mineral, incluindo o rebaixamento do lençol freático e a diminuição da recarga dos aquíferos. Por fim, há o risco de contaminação dos corpos d'água. É importante ressaltar que a água é um recurso fundamental para a extração mineral, como aponta Milanez e Santos (2013). Diante disso, faz-se necessário compreender as propriedades dos minerais para que se compreenda sua importância e o impacto da sua mineração.

Mineralogia é a ciência que se ocupa em estudar os diversos minerais encontrados na natureza e suas propriedades e como estes minerais são utilizados no dia a dia, ocupando-se em investigar sua composição ciências, propriedades físicas, estrutura cristalina, aparência, estabilidade, ocorrência e associações destes minerais (Sierra, 2022). Ainda que não haja, no ensino médio, uma disciplina dedicada à mineralogia, este é um ramo interdisciplinar da geologia que envolve diferentes áreas do conhecimento, como a química, a física, geografia e astronomia.

O estudo da mineralogia possui sua importância no fato de que os minerais são indispensáveis para o desenvolvimento do ser humano, e na economia faz parte da matéria prima nas indústrias, contribuindo para a tecnologia, transporte, nas ciências, nas artes e no cotidiano, proporcionando ao planeta a compreensão da origem e evolução do solo (Silva; *et al*., 2021). Outra importância dos conhecimentos sobre a Terra para o cotidiano está no entendimento da dinâmica terrestre.

Ainda que o conceito de biodiversidade seja abordado de forma recorrente nos livros didáticos, o conceito de geodiversidade (que compreende os minerais, rochas, solos e diversos depósitos utilizados para suporte da vida no planeta), também se mostra relevante, pois, possui uma relação direta com as características litológicas, geomorfológicas e pedológicas da paisagem. Ao abordar este conceito em sala de aula, associando-o a outros elementos que auxiliam a construção do conhecimento, e com o auxílio de objetos concretos, é possível ressignificar o processo de ensino-aprendizagem da geografia da natureza, constantemente presente na vida do estudante (Albuquerque, 2019).

É um ramo que exige memorização, domínio de regras e simbologias que muitas vezes não fazem parte da realidade dos estudantes, desde a educação básica à graduação, o que implica na adoção de uma dinâmica de estudos muitas vezes maçante e tradicional, que acaba causando desinteresse e rejeição por uma boa parte dos estudantes, pelo conteúdo ministrado, principalmente quando se considera os comentários que recebem antes de ter contato com o assunto, vindo de alunos de séries mais avançadas (Filho; *et al*., 2021). Assim, é necessário que

as abordagens alternativas de ensino possam contribuir para a diminuição da rejeição deste assunto, como a disciplina de Ciências.

O ensino de Geologia é fundamental para desenvolver os saberes acerca da ciência geológica. De acordo com Santos (2021), o desconhecimento dessa ciência e da arte da mineração pela sociedade brasileira se deve à quase inexistência do ensino de Geologia atualmente nos ensinos fundamental e médio no Brasil, de forma que a parcela da população que tem acesso à educação básica não tenha contato com essa área, o que contribui para a escassez de museus geocientíficos no Brasil, que poderiam, junto com a escola, incentivar o aprendizado e obtenção de maiores informações sobre a área. A imprensa por sua vez, raramente divulga matérias de cunho ecológico com qualidade, sendo em sua maioria as que versam sobre desastres naturais como é o caso de terremotos, erupções vulcânicas, inundações, grandes escorregamentos, ou sobre descobertas minerais de grande valor e achados fossilíferos.

Ainda, de acordo com Giese, Faria e Cruz Júnior (2020), é necessário buscar estratégias metodológicas para construir o conhecimento sobre o mineral do Brasil no ensino médio, a discussão sobre a composição dos minerais, os diferentes elementos químicos que os constituem, suas propriedades e aspectos visuais, pode ser realizada a partir do olhar contextualizado no âmbito do ensino de ciências. Segundo os autores, tendo em vista a ampla atividade mineradora no Brasil, uma visão contextualizada pode proporcionar reflexões sobre a indústria mineral que transforma a matéria prima em um produto que é comercializado e que contribui com a circulação de capital no mercado. Além disso, as etapas de processamento dos minerais podem ser discutidas, podendo envolver conceitos físicos, por exemplo.

Observa-se, portanto, a importância do estudo sobre os minerais na região amazônica, em especial no estado do Pará, uma vez que essa temática desempenha um papel crucial no ensino médio, não apenas do ponto de vista geológico, mas também como uma ferramenta valiosa para promover a consciência ambiental e o desenvolvimento socioeconômico dos estudantes. A Amazônia paraense, rica em recursos minerais, apresenta uma complexidade geológica única que proporciona uma oportunidade singular para a exploração pedagógica.

Além disso, a abordagem interdisciplinar do estudo dos minerais na Amazônia paraense pode ser integrada ao currículo de educação ambiental. Os alunos têm a oportunidade de compreender as interações entre os minerais, o meio ambiente e as comunidades locais. Ao explorar a extração de minerais, os impactos ambientais associados e as práticas sustentáveis,

os estudantes desenvolvem uma consciência crítica sobre as questões ambientais contemporâneas.

2.3. A SALA DE AULA INVERTIDA COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

A metodologia ativa consiste em uma concepção educativa que estimula o estudante à processos construtivos de ação-reflexão-ação, onde possam ter postura ativa no seu aprendizado em situações práticas de experiências, através de problemas que lhe sejam desafiantes e lhe permitam pesquisar e descobrir soluções aplicáveis à realidade (Palmeira; Silva; Ribeiro, 2020). Essas metodologias buscam potencializar a aprendizagem, evidenciando potencialidades e fragilidades (Camargo; Bedin, 2022).

Nesse processo de ensino, a ordem de contato do aluno com a disciplina se inverte. Segundo Martins e Gouveia (2019), o primeiro contato do estudante com o conteúdo ocorre de forma virtual, fora do ambiente escolar, e no segundo momento, durante a aula, o aluno discute e esclarece suas dúvidas. Nestes casos é utilizado o que se chama de *M-learning*, a aprendizagem com mobilidade, que ocorre quando são inseridas tecnologias da informação móveis e/ou sem fio no processo de aprendizagem. Além disso, segundo os autores, a aprendizagem móvel possibilita a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar.

É importante levar em consideração o fato de que os aparatos tecnológicos da atualidade surgem como função de entretenimento, sendo necessário ampliar a visão do senso comum, pois, ainda que essas tecnologias não tenham sido criadas com o objetivo de trazer melhorias especificamente para a educação, estas podem ser utilizadas para a melhoria deste processo. (Morais; Souza, 2020)

Devido ao amplo alcance de informações proporcionado pelo avanço da tecnologia na sociedade, essa interação tecnológica é notória, e é possível tirar proveito disso para intervir em aulas diferenciadas, fazendo uma parceria entre as metodologias ativas e tecnologias digitais. Assim, as tradicionais ferramentas de ensino, como é o uso regular do quadro negro, caderno e aula com escritas, passam a perder espaço para os progressos tecnológicos, que se mostram dinâmicos e práticos (Figueiredo; *et al*., 2021).

Para Bollela e Cesaretti (2017), o modelo pedagógico da sala de aula invertida (ou *Flipped Classroom*) consiste na utilização dos momentos antes e depois do encontro presencial de professor e aluno, de forma que o conteúdo que é, na forma convencional, apresentado pelo

professor na aula, é repassado para o aluno antes do encontro presencial. De acordo com estes autores, os formatos mais utilizados para a apresentação prévia do conteúdo ao aluno é o da videoaula, geralmente gravada pelo próprio professor, que também pode fazer uso de materiais com boa qualidade pré-existentes na internet, existindo além destes, diversos outros recursos que podem ser utilizados pelos educadores.

Além disso, para Schneiders (2018), a postura dos participantes desta metodologia muda, de forma que o estudante passa de espectador para participante ativo, tornando-se protagonista do seu aprendizado, responsável por este. O professor, que ocupava o palco, deixa de atuar como palestrante, posicionando-se próximo ao aluno, auxiliando-o na aprendizagem, assumindo assim uma postura de orientador/tutor.

Para que o modelo de sala de aula ocorra, deve partir do aluno a iniciativa de controlar os seus estudos, sendo o êxito desta técnica dependente da autorregulação do discente, a qual é ligada diretamente com o comprometimento e disciplina deste. Para Martins, Silva e Almeida (2021), quando a aprendizagem está nas mãos dos alunos ao invés das mãos dos professores, a verdadeira aprendizagem ocorre com mais eficácia, principalmente os estudantes que possuem acesso às diferentes ferramentas que o auxiliam a buscar, de forma autônoma, o conhecimento necessário.

Teorias de aprendizagem voltadas ao aluno, como é o caso da sala de aula invertida, dinamizam a aprendizagem uma vez que integram as tecnologias digitais para orientações individuais fora da sala de aula, não utilizando o tempo dentro desta para aulas expositivas, mas sim para atividades interativas em grupo (Martins *et al*., 2019).

De acordo com Costa e Bueno (2022), é importante ressaltar que o desenvolvimento e disseminação das tecnologias digitais não implica necessariamente na transformação do processo de ensino e aprendizagem, desta forma, não cria obrigatoriamente aulas dinâmicas e competentes na perspectiva pedagógica, ainda que deixem as aulas mais "coloridas", a metodologia empregada permanece inalterada. Além disso, apenas a disponibilização de videoaulas e a resolução de exercícios em sala de aula não torna a ação docente fundamentada na sala de aula invertida, sendo assim, não se enquadra como uma metodologia ativa (Camargo; Bedin, 2022).

Para apontar mudanças e melhorias em um cenário de realidades que têm desigualdades sociais gritantes, é indispensável um olhar empático e crítico principalmente no ambiente escolar público, visto que, em muitos casos, os laboratórios de informática são sucateados e

uma grande parcela dos alunos que não possui equipamentos tecnológicos e acesso à internet banda larga, tornando-se um processo excludente (Costa; Bueno, 2022).

É importante ainda analisar os desfechos de estudos anteriormente realizados com o uso das metodologias ativas, para direcionar propostas posteriores. Acerca do estudo de Meyer (2022), o objetivo principal tratou-se de investigar e aplicar o ensino híbrido, especificamente a metodologia da sala de aula invertida, na abordagem das propriedades físicas dos minerais e como a abordagem pedagógica pode contribuir para a aprendizagem dos alunos nesse contexto específico.

Neste trabalho, o método da sala de aula invertida foi aplicado por meio de uma intervenção pedagógica que utilizou ferramentas digitais. A proposta visava promover uma maior interação dos alunos com o conteúdo teórico sobre as propriedades físicas dos minerais, estimulando o estudo dos conceitos teóricos e a aplicação prática do reconhecimento mineral (Meyer, 2022).

A metodologia da sala de aula invertida, aplicada no ensino híbrido sobre mineralogia, possibilitou uma maior interação dos alunos com o conteúdo teórico, estimulando o estudo dos conceitos e promovendo o protagonismo dos alunos no conhecimento científico relacionado ao tema. Além disso, a metodologia ativa favoreceu o engajamento dos alunos nos assuntos teóricos e práticos relacionados às propriedades físicas dos minerais, além de promover autonomia e motivação intrínseca no processo de ensino e aprendizagem (Meyer, 2022).

O estudo de Sierra (2022) também se destaca na abordagem de metodologias ativas, com o seu objetivo de investigar as percepções dos alunos de ensino médio e superior sobre o jogo didático de tabuleiro "Minerais em Kepler", utilizado como ferramenta auxiliar dinamizadora no ensino de mineralogia.

O jogo didático apresentou diversos benefícios para o ensino de mineralogia, ao ser útil e eficaz para fortalecer, reforçar e construir conhecimentos; incentivar e motivar os alunos, contribuindo para o desenvolvimento de competências e habilidades, como colaboração, pensamento crítico e argumentação e; dinamizar as aulas ao estimulá-los, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais interessante e significativo (Sierra, 2022). Essas contribuições demonstram a eficácia do jogo didático como uma ferramenta auxiliar no ensino de mineralogia, proporcionando uma abordagem mais interativa e envolvente para os estudantes.

Assim, no Quadro 3 destaca-se a relevância da adesão às metodologias ativas para favorecer o processo de ensino aprendizagem, sobretudo no estudo da mineralogia.

Quadro 3 - Relevância das metodologias ativas no processo de ensino aprendizagem

Relevância das metodologias ativas no processo de ensino aprendizagem
Promoção da participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem.
Estímulo ao pensamento crítico, criatividade e autonomia dos estudantes.
Favorecimento da interação e colaboração entre os alunos.
Maior engajamento e motivação dos estudantes nas atividades educacionais.
Possibilidade de contextualização dos conteúdos, tornando o aprendizado mais significativo.
Desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como trabalho em equipe e comunicação.
Melhoria na retenção e aplicação dos conhecimentos adquiridos.
Adaptação às diferentes formas de aprendizagem dos alunos, respeitando suas individualidades.

Fonte: Sierra (2022).

Esses pontos positivos destacam a importância e os benefícios das metodologias ativas para potencializar o processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais eficaz e envolvente e demonstrando benefícios como maior interação dos alunos, engajamento, autonomia e reflexão no processo de aprendizagem.

2.4 A ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE (CTSA) NO ENSINO DE MINERAIS.

O termo "Ciência Tecnologia Sociedade (CTS)" surgiu no período pós-Segunda Guerra Mundial, devido às preocupações ambientais e sociais que surgiram nos países capitalistas naquela época (Auler; Delizoicov, 2001).

> A partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo o sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social. 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.

Propõe-se atualmente um ensino científico voltado para a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente, visando enriquecer o trabalho docente em sala de aula (Oliveira; *et al*., 2021). Neste caminho, a Ciência-Tecnologia-Sociedade- Ambiente (CTSA) é uma abordagem/perspectiva que parte do pressuposto de que a Ciência tem como um de seus

objetivos formar indivíduos com capacidade de tomada de decisões que sejam informadas e responsáveis, reconhecendo o papel da ciência e da tecnologia no seu dia a dia. Assim, torna a ciência mais motivante e útil, além de fazer um ensino mais contextualizado e atual, sendo visto de forma menos dogmática e menos neutra do que é vista normalmente (Fernandes; Pires; Delgado-Iglesias, 2018).

A Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), assim como a educação ambiental, outro instrumento importante para a preservação, surge em um período de questionamento social em relação ao comportamento da sociedade com o ambiente, influenciando críticas que incorporam questões sobre os (des)caminhos da sociedade moderna no que se refere a importância da conservação e recuperação dos ativos ambientais (Spazziani; Rumenos; Thomé, 2022).

Cada campo do conhecimento com suas formas e conteúdos expressam os temas ambientais de formas diferentes representando suas especificidades, seu contexto histórico e ideológico e seus horizontes de atuação (Spazziani; Rumenos; Thomé, 2022). Desta forma, a inclusão do Ambiente em CTS, torna mais explícita as interações entre as diferentes dimensões da Ciência, por destacar as problemáticas das questões ambientais e da qualidade de vida. Portanto, a nova ênfase de CTSA colabora para uma imagem mais completa e integrada da Ciência, sendo considerada uma resposta à emergência ambiental planetária, além de poder construir uma ordem socioambiental com base para um futuro sustentável (Fernandes; Pires; Delgado-Iglesias, 2018).

A incorporação do termo implica no desenvolvimento de discussões relacionadas aos contexto em que são inseridos professores e alunos e abordagem dos diferentes temas da sociedade, sendo de grande importância que estes interajam com pressupostos CTSA para obter melhor percepção da influência da Sociedade, na Ciência, na Tecnologia, e no Ambiente, cujas opções e pressões, inúmeras vezes, têm enorme impacto em cada um dos elementos constituintes deste movimento (Dattein; Pansera-De-Araújo; Malesczyk, 2022).

O território amazônico é considerado biodiverso, por isso as propostas de ensino e pesquisas aplicadas sem questionamento e reflexão nem sempre irão atender as necessidades dos habitantes deste território, podendo inclusive reproduzir estereótipos de um sistema homogêneo de floresta e de inferiorização da cultura (Ribeiro; Lucio; Almeida, 2021). Para acompanhar essas novas demandas da educação faz-se necessário compreender as relações em CTSA e como serão inseridas no processo de ensino e aprendizagem, o que exige uma formação

adequada dos professores, para que possam planejar, preparar e avaliar as atividades que fazem parte da abordagem de CTSA (Figueiredo; Mendes, 2023).

Estudos que atrelam a abordagem CTSA à mineralogia reforçam a importância dessa relação para o ensino dessa ciência. O principal objetivo do trabalho de Souza e Valadares (2022) foi avaliar as mudanças de concepções apresentadas pelos estudantes do Ensino Médio sobre os impactos da mineração, após a aplicação de uma sequência didática com enfoque CTS. A pesquisa buscou promover uma reflexão e discussão entre os alunos sobre os aspectos controversos envolvidos na temática da mineralogia, incentivando-os a refletir sobre questões como a sustentabilidade, os riscos e benefícios da atividade mineradora, e possíveis alternativas para tornar o processo mais sustentável.

O uso da abordagem influenciou significativamente o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, uma vez que a interligação dos avanços científicos e tecnológicos com suas consequências para a sociedade tornou a temática da mineração uma questão controversa e interdisciplinar. Esse alcance se faz necessário para compreender as nuances da mineração na Amazônia.

Corroborando com o estudo anterior, o trabalho de Fidelis (2020) também objetivou propor um produto educacional com a temática da mineração, embasado na abordagem CTSA. A pesquisa visa promover um ensino interdisciplinar, para abordar conteúdos relacionados à mineração, ao contexto histórico, à participação da cidade no ciclo do ouro, à atuação da mineração na região, e a temas ambientais ligados à atividade mineradora na cidade, entre outros aspectos.

Os dois estudos discorrem sobre o estímulo a uma visão crítica da ciência, incentivando tanto os estudantes quanto os professores a questionarem e analisarem os conceitos científicos de forma mais aprofundada, sem aceitá-los como verdades absolutas. As propostas integram os conhecimentos e promovem uma aprendizagem significativa, que leva os alunos a se tornarem cidadãos críticos, participativos, conscientes e capacitados para lidar com os desafios relacionados à mineração e ao meio ambiente, alcançando os objetivos da abordagem (Fidelis, 2020; Souza; Valadares, 2022).

Isto é possível de ser alcançado ao atrelar a mineração juntamente ao contexto CTS, proporcionando a discussão de temas como a distribuição de riquezas geradas pela atividade mineradora, os direitos das comunidades locais afetadas, a sustentabilidade ambiental, a responsabilidade das empresas mineradoras, entre outros aspectos. Essa abordagem ampliada

permite uma reflexão mais abrangente e crítica sobre a mineração, levando em consideração não apenas os aspectos técnicos, mas também as implicações sociais e éticas envolvidas (Fidelis, 2020).

Ainda, os resultados da associação da abordagem com os estudos dos minerais assemelham-se com os benefícios oriundos das metodologias ativas, visto que desencadeia: o desenvolvimento de habilidades de tomada de decisão; a incorporação de valores; o estímulo à busca de conhecimento e; a articulação entre componentes transversais do ensino. Assim, a abordagem CTS tem contribuído para uma visão mais holística e contextualizada da mineralogia, incentivando a análise dos impactos e desafios dessa atividade sob diferentes perspectivas (Fidelis, 2020; Souza; Valadares, 2022).

Dessa forma, o presente estudo estreita a análise da abordagem CTSA ao ser direcionada ao estudo dos minerais da Amazônia paraense. Será fundamental para trabalhar os aspectos geológicos e tecnológicos da extração de minerais, mas também os impactos sociais, ambientais e econômicos dessa atividade. Com a CTSA, é possível considerar as relações entre a mineração, as comunidades locais, a biodiversidade e os ecossistemas amazônicos, contribuindo para um estudo mais abrangente e consciente dos minerais da região. Por meio da abordagem e das metodologias ativas o assunto dos minerais no contexto da Amazônia se constrói a partir de um saber crítico e participativo.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral:

Elaborar uma sequência didática (SD) como estratégia de ensino de Ciências para os conceitos de Minerais, num contexto amazônico, agregando Metodologia Ativa e a abordagem CTSA, tendo como participantes da pesquisa estudantes do ensino técnico integrado de uma escola pública de Belém-PA.

3.2 Específicos:

- Desenvolver uma sequência didática fundamentada nos princípios do movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), centrada em alguns minerais encontrados no estado do Pará, e aplicar a metodologia da Sala de Aula Invertida para alunos da Escola de Ensino Técnico "Doutor Celso Malcher", integrando os conceitos de ciências de forma contextualizada.

- Avaliar o impacto da metodologia ativa desenvolvida no ensino e na aprendizagem de conceitos relacionados aos minerais no Curso de Meio Ambiente, visando identificar seus potenciais contribuições para o engajamento dos alunos, compreensão dos conteúdos e conscientização sobre questões ambientais.
- Analisar as possíveis contribuições que a sequência didática possibilita para o ensino a aprendizagem de conceitos de Minerais no Curso de Meio Ambiente;

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo dar-se-á a caracterização da pesquisa, onde, será abordado o aporte teórico, bem como os procedimentos metodológicos da mesma, seguindo, portanto, a sequência: Contexto de estudo; Referencial Teórico Metodológico da Pesquisa; *Lócus* e Participantes da Pesquisa; Instrumentos e Coleta de Dados; Método de Análise de Dados e Procedimento Metodológico da pesquisa.

4.1. MÉTODO DE PESQUISA

4.1.1. Referencial metodológico da pesquisa

Para o desenvolvimento dos aspectos teóricos metodológicos da pesquisa configura-se na abordagem da Pesquisa-Ação, pela sua natureza coletiva, que favorece as discussões e a produção cooperativa de conhecimentos específicos sobre a realidade vivida (SANTOS; SOBRAL JUNIOR, 2020), norteada pelos pressupostos qualitativo e quantitativo, precedida de pesquisa de campo e levantamento bibliográfico específico da área conforme orienta Minayo (2013).

Nesse sentido, compreende-se a metodologia científica empregada na pesquisa, mais do que uma descrição de métodos e técnicas a serem adotados, pois a metodologia dentro de um trabalho científico, orienta quanto às vinculações que se precisa fazer como o referencial teórico adotado (MINAYO, 2013). Haja vista, que o estudo se caracteriza como do tipo quantitativa e qualitativa, envolvendo dados sobre a abordagem da realidade - pesquisar de que maneira o ensino de minerais através de estratégias metodológicas que possibilitam o processo de ensino-aprendizagem do participante e, como isso pode ser implementado no âmbito da EETEPA “Doutor Celso Malcher”.

Desse modo, compreende-se a metodologia científica empregada na pesquisa, mais do que uma descrição de métodos e técnicas a serem adotados, pois a metodologia dentro de um

trabalho científico, orienta quanto às vinculações que se precisa fazer como o referencial teórico adotado (MINAYO, 2013). Haja vista, que o estudo se caracteriza como do tipo quantitativa e qualitativa, envolvendo dados sobre a abordagem da realidade - pesquisar de que maneira a sala de aula invertida utilizando sequência didática possibilita o processo de ensino-aprendizagem do participante.

Diante disso, serão analisadas as contribuições de uma sequência didática de Ensino de Minerais formado por roteiros temáticos que usem a metodologia da sala de aula invertida e a abordagem CTSA para o ensino-aprendizagem dos conceitos de minerais nos ensinos Técnico Integrado e/ou Subsequente.

Dessa maneira, espera-se que os objetivos possam ser alcançados por meio do desenvolvimento de uma SD com os participantes da pesquisa, a fim de motivá-los a se tornarem discentes autônomos, críticos e participativos no processo de construção de conhecimentos. Na sequência didática estarão contidas algumas estratégias, utilizando as atividades para alcançar seus objetivos.

4.1.2. *Lócus* e Participantes da Pesquisa

O projeto define como *Locus* da pesquisa dois ambientes, sendo esses a EETEPA "Doutor Celso Malcher" em Belém-PA, cujo *Corpus* da pesquisa serão estudantes do(s) ensino(s) integrado e/ou subsequente do Curso "Curso técnico em Meio Ambiente", a partir do 2º semestre letivo de 2023, com faixa etária entre 16 e 18 anos, e que estejam desenvolvendo atividades acadêmicas presenciais.

Os critérios de recrutamento dos participantes dessa pesquisa regularmente matriculados na disciplina de "Meio Ambiente", na qual foram convidados a participarem do desenvolvimento do estudo.

Essa pesquisa pretende estruturar sua busca de dados por amostragem, estimando a seleção e participação de dez (10) estudantes para coleta e análise de suas respostas sobre a aplicação da estratégia de ensino. Esse *n* amostral foi considerado por se tratar de uma amostra relevante para o que se pretende investigar e aplicar diante da temática, e essa amostra corresponde a 80% dos estudantes da turma de Meio Ambiente.

A intenção é de que os estudantes do Curso de Técnico de Meio Ambiente possam refletir sobre suas próprias práticas através de palestras, rodas de conversas e debates a fim de desenvolver conhecimento científico aplicável para a região Amazônica.

4.1.3. Instrumentos e Coleta de Dados

A coleta de dados será realizada por meio de observação do participante com registro em diário de bordo (COPPETE, 2014), áudio, vídeo, relato de experiência e questionários com perguntas abertas e fechadas hospedados na plataforma digital *Google Forms* e provedores de dados secundários durante o contato prévio e avaliação pós-formação continuada.

4.1.4. Método de Análise de Dados

Quanto aos instrumentos da técnica de análise dos dados coletados, reitera-se que a pesquisa é do tipo qualitativa, entende-se que esse tipo de pesquisa se preocupa em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano (MARCONI; LAKATOS, 2006).

Nessa direção, os dados serão tratados tendo como base a análise de conteúdo desses questionários, seguindo a técnica de análise de conteúdo de Bardin (SOUSA; SANTOS, 2020), demonstrada por meio de quadros, gráficos e esquemas representativos. Na organização da análise, seguir-se-á às seguintes etapas: a) pré-análise (sistematização das ideias iniciais); b) exploração do material (operações de codificação) e c) tratamento dos resultados (inferências e interpretação). A análise de conteúdo será apoiada por *software* direcionado a investigadores, em diversos contextos, que necessitem de analisar dados qualitativos, individual ou colaborativamente, de forma síncrona ou assíncrona.

4.1.5 Contexto de estudo

Tendo em vista a importância de se trabalhar o ensino de ciências que seja capaz de instigar o aluno a construir o conhecimento científico de forma eficiente, buscou-se como estudo aplicar o projeto na Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará (EETEPA) “Dr. Celso Malcher” (Figura 3 e Figura 4).

A escolha da escola se deu de forma estratégica, visto que o Pará é rico em minério, o setor mineral destaca-se como um dos mais importantes na economia paraense, já que o estado do Pará é 2º maior produtor de minérios do país e tem sua balança comercial fortemente influenciada pela comercialização de *commodities* energéticas, isso decorrente dos grandes complexos industriais de capital transnacional que se concentram em determinados locais em seu território e a escola possui cursos técnicos direcionados às áreas de meio ambiente e meio

ambiente que baseiam suas ementas em partes para os minérios amazônicos, sua extração e seus benefícios e malefícios para o meio ambiente.

Portanto, o projeto de pesquisa da dissertação alinhou-se à proposta da escola. Sua readequação foi capaz de abranger os conceitos desejados para o ensino utilizando sala de aula invertida, concordando com o educador Bergmann e o químico Sams (2012), que descrevem a metodologia como capaz de promover uma aprendizagem mais personalizada e engajadora, onde os estudantes assumem um papel mais ativo na construção do conhecimento, enquanto o professor atua como facilitador e guia.

Figura 3 - Lateral esquerda da escola.



Figura 4 - Quadra e salas da escola.



Fonte: Santos (2022).

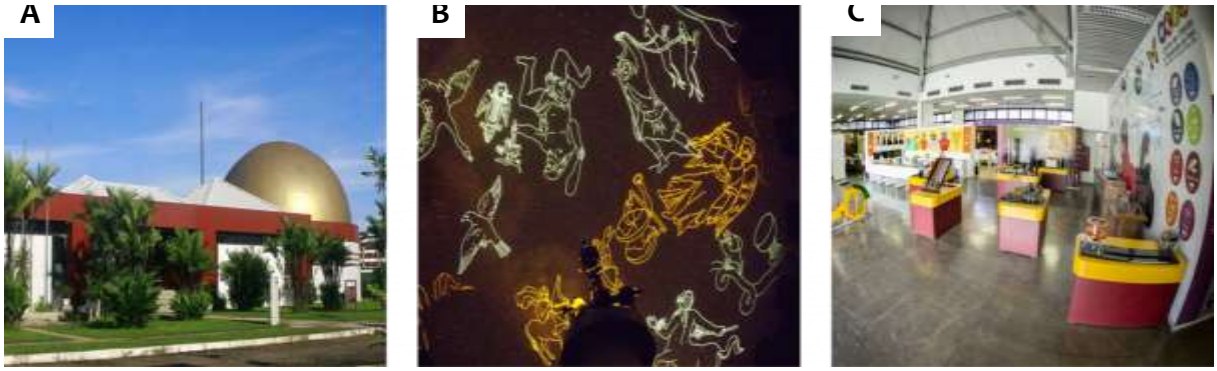
O projeto define como *Locus* da pesquisa a EETEPA "Doutor Celso Malcher" e como sugestão de visitação o Centro de Ciências e Planetário do Pará (CCPPA) da Universidade do Estado do Pará - UEPA (Figura 5), ambos em Belém-PA, uma vez que o CCPPA contém no espaço da Ciências uma amostra de minerais que pode servir como ferramenta metodológica para o professor utilizar em suas aulas. O *Corpus* da pesquisa foi estudantes do(s) ensino(s) integrado e/ou subsequente do Curso "Meio Ambiente", a partir do 1º semestre letivo de 2023, com faixa etária entre 16 e 18 anos, e que estavam desenvolvendo atividades acadêmicas presenciais.

Os critérios de recrutamento dos participantes dessa eram que fossem pesquisa regularmente matriculados na disciplina de "Meio Ambiente", na qual foram convidados a participarem do desenvolvimento do estudo.

Essa pesquisa teve a participação de dez estudantes para coleta e análise de suas respostas sobre a aplicação da estratégia de ensino. Esse *n* amostral foi considerado importante por se tratar de uma amostra relevante para o que se pretende investigar e aplicar diante da temática, e essa amostra correspondeu a 100% dos estudantes da turma de Meio Ambiente.

A intenção é de que os estudantes do Curso de Meio Ambiente pudessem refletir sobre suas próprias práticas através de rodas de conversas e debates a fim de desenvolver conhecimento científico aplicável para a região Amazônica.

Figura 5 - (A) cúpula; (B) constelações projetadas pelo planetário e (C) centro de ciências.



Fonte: site da UEPA-PPGEECA[1].

4.2. CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE MINERAIS USANDO O MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE E MODELO DE SALA DE AULA INVERTIDA.

A proposta de uma sequência didática relacionada à temática de minerais, fundamentada nos princípios do movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e no modelo de sala de aula invertida de Schneiders (2018), representa um recurso didático inovador, destinado ao ambiente escolar para ser explorado tanto por professores quanto por estudantes. Esta abordagem foi cuidadosamente elaborada, levando em consideração a relevância do tema e as experiências de pesquisa vivenciadas pela professora/pesquisadora.

A Sequência Didática (SD), direcionada ao enfoque CTSA, proporciona uma oportunidade única para a discussão e reflexão sobre situações-problema relacionadas ao tema, as quais estão intrinsecamente ligadas à realidade dos estudantes. Dada a crescente importância do debate em torno dos minerais, especialmente diante de grandes crimes ambientais e violações dos direitos humanos, torna-se imperativo ampliar as oportunidades de discutir esse assunto em sala de aula. Isso permite que os alunos desenvolvam as habilidades necessárias para formar suas próprias opiniões diante das controvérsias envolvendo os minerais da Amazônia paraense, muitas vezes negligenciadas durante as aulas de Meio Ambiente.

A SD foi denominada de “Sequência Didática: desvendando os segredos dos minerais” com base em temas de geologia, química, física e biologia utilizando os conceitos de minerais, buscando a construção de saberes disciplinares, conciliando os termos teóricos e técnicos na construção dos experimentos, estabelecendo para além da comparação entre teoria e prática.

A SD foi estruturada conforme a BNCC, direcionada ao campo de Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio (BRASIL, 2018). Utilizando a Competência Específica 2 (Quadro 4) e a Competência Específica 3 (Quadro 5), com suas respectivas habilidades relacionadas à pesquisa.

Competência Específica 2

Ao reconhecerem que os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas em diferentes escalas de tempo, os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção.

Quadro 4 - Competência específica 2 e habilidades que serão utilizadas neste roteiro, direcionado a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, na BNCC do Ensino Médio.

Competência específica 2	Habilidades
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Fonte: ADAPTADO DE BRASIL (2018).

Competência Específica 3

Por meio do desenvolvimento dessa competência específica, de modo articulado a competência específica 2, espera-se que os estudantes possam se apropriar de procedimentos e práticas das Ciências da Natureza como o aguçamento da curiosidade sobre o mundo, a construção e avaliação de hipóteses, a investigação de situações-problema, a experimentação

com coleta e análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento. Para tanto, é fundamental que possam experienciar diálogos com diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias, dispositivos e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), e construindo narrativas variadas sobre os processos e fenômenos analisados.

Quadro 5 - Competência específica 3 e habilidades que serão utilizadas neste roteiro, direcionado a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, na BNCC do Ensino Médio.

Competência Específica 3	Habilidades
Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. (EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos. (EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

Fonte: ADAPTADO DE BRASIL (2018).

4.2.1 “sequência didática: Desvendando os segredos dos minerais”

A sequência pedagógica foi segmentada em cinco momentos, cada um com uma duração de 1 hora e 40 minutos, equivalente a duas aulas de 50 minutos, em virtude da sobreposição de horários identificada na turma selecionada. Neste contexto, a sequência propõe uma série de atividades diversificadas, acompanhadas de materiais de apoio, destinadas a abordar o tema proposto. Uma breve descrição das atividades planejadas está disponível no Quadro 6.

Quadro 6 - Organização do conteúdo da sequência didática “Sequência didática: desvendando os segredos dos minerais”.

MOMENTOS	OBJETIVOS	DURAÇÃO	AVALIAÇÃO
1	Buscar os conhecimentos prévios dos alunos através da aplicação de um questionário diagnóstico	-	Buscar o conhecimento prévio dos alunos através do questionário diagnóstico. (Questionário aplicado através de um Googleforms)

2	Analisar textos sobre o tema gerador "extração de minerais na Amazônia paraense"	1h 40 m	Conceber a introdução e familiarização com a temática, bem como entender os conceitos de metal, mineral e minério e a extração desses minerais na Amazônia Paraense.
3	Elaborar e ministrar aulas de apresentação do conteúdo, de acordo com os resultados obtidos no questionário diagnóstico.	1h 40 m	Compreender a importância dos minérios para o meio ambiente e seu impacto socioambiental
4	Criar jogos para promover uma aprendizagem divertida, um jogo pode ser uma ferramenta eficaz e agradável para ajudar no desenvolvimento de habilidades importantes em estudantes, tais como: linguagem, pensamento crítico, comunicação, socialização e formação crítica como cidadão.	1h 40 m	Abranger os conceitos de minerais dentro das áreas de ciências naturais, suas estruturas e composições, bem como, a contextualização para o contexto local. Promover a reflexão sobre os minerais presentes na sua região, importância social, ambiental e economia.
5	Analisar se os alunos compreenderam o assunto abordado Verificar se a SD aplicada auxiliou no processo de ensino e aprendizagem	1h 40 m	x

Fonte: Santos (2023).

4.2.2 Aplicação da Sequência Didática

Durante a primeira aula, os alunos foram divididos em três grupos e introduzidos brevemente ao tema dos minerais no Brasil e na Amazônia, abordando questões sobre como esse processo começou e possíveis problemáticas relacionadas às práticas extrativistas na região. Em seguida, houve um momento de discussão baseado em textos fornecidos (todo o material didático e o aplicativo utilizado na primeira aula pode ser acessado através do QR CODE ao lado) e nas seguintes questões: Os alunos conseguem identificar minerais no dia a dia? Em que momento? Eles já

haviam lido ou visto algo semelhante na televisão ou internet sobre os assuntos abordados nos materiais de minerais? De que forma a mineração na Amazônia impacta a saúde, meio ambiente e economia? Como seria a vida dos indivíduos sem a utilização de minerais? Posteriormente, foi criada uma nuvem de palavras juntamente com o aplicativo MentiMeter para identificar quais mudanças e novos aprendizados os alunos desenvolveram. Nessa aula, foi analisado o movimento CTSA, verificando se os alunos mobilizaram outros conhecimentos. Ou seja, se os alunos conseguiram correlacionar ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente em relação ao tema, se fizeram associações com o cotidiano, se demonstraram dúvidas, selecionando quais foram as mais recorrentes, e expressaram opiniões sobre o problema mencionado. Além disso, foi observada a interação dos alunos nos grupos e o envolvimento com a atividade proposta.

Na segunda aula, aplicou-se a plataforma Kahoot! individualmente. O objetivo foi introduzir os conceitos de metal, minérios e minerais, e discutir as suas características. Os alunos também tiveram a oportunidade de examinar a tabela da página 19 da cartilha "IMPORTÂNCIA DOS MINERAIS PARA A SOCIEDADE MODERNA" (Figura 6), que lista os principais recursos residenciais e as substâncias minerais utilizadas na sua produção. O intuito dessa atividade era promover uma reflexão sobre o uso de produtos provenientes da mineração no cotidiano.

Figura 6 - Cartilha “IMPORTÂNCIA DOS MINERAIS PARA A SOCIEDADE MODERNA”.



Fonte: comissão temática recursos Hídricos e minerais – CTRHM (2021).

Por fim, foi apresentado um vídeo explicativo que abordou a diferença entre minérios e minerais, e demonstrou as etapas do processo de mineração (todo o material didático e o aplicativo utilizado na aula dois, pode ser acessado através do QR CODE ao lado). A ideia era esclarecer os processos e etapas envolvidos na mineração. Analisamos as respostas dos alunos e a interação deles durante a atividade, verificando se conseguiram associar os produtos utilizados no dia a dia com a atividade da mineração e compreender como acontece o processo.

Na terceira aula, o objetivo foi relembrar os principais minérios da Amazônia Paraense abordados na aula anterior. A turma foi dividida em três grupos, cada um com uma manchete para ler e compartilhar com os outros. Para fixar o conteúdo, foi elaborado um jogo da memória sobre os minerais da região (Figura 7). Os alunos foram divididos em dois grupos, cada um com dois representantes para mexer as cartas. O restante da turma ajudou a estimular a cooperação. Os representantes foram trocados após cada rodada para permitir a participação de todos. As regras do jogo foram estabelecidas e o tempo aproximado de duração foi de 20 a 30 minutos. As informações coletadas durante o jogo foram utilizadas para instigar discussões entre os grupos e esclarecer possíveis dúvidas.

Figura 7 - Jogo da Memória sobre alguns minerais da Amazônia Paraense.



Fonte: Elaborado pelos autores, ago. 2023.
Obs.: A versão ampliada estará disponível como produto educacional final desta pesquisa.

Foi uma aula dinâmica e interativa, que permitiu aos alunos fixarem o conteúdo de forma divertida (todo o material didático e o aplicativo utilizado na aula dois, pode ser acessado através do QR CODE ao lado). Além disso, o jogo da memória incentivou a cooperação e a troca de conhecimento entre os participantes, o que é essencial para o aprendizado em grupo. Ao final da atividade, os alunos estavam mais familiarizados com os minérios da Amazônia Paraense e puderam debater sobre a importância e impactos da extração desses recursos na região. Essa abordagem pedagógica, que alia teoria e prática, é essencial para uma educação mais significativa e eficaz.

Na quarta aula, a ênfase foi na relembrança dos principais minérios abordados na aula anterior. A turma, então, foi dividida em três grupos e as principais ideias foram discutidas, foi disponibilizado a cartilha “Você sabe o que é uma barragem de Mineração?” (Figura 8) e artigos sobre os minerais e a mineração no Brasil e foram feitas reflexões na dinâmica denominada de "Solução de Problemas". Cada grupo recebeu uma cartolina e canetas para listar os principais problemas encontrados em suas manchetes. Para cada problema, foram propostas soluções. A aparência do conteúdo foi deixada a critério de cada grupo, com o objetivo principal de estimular o pensamento crítico e inserir os alunos como atores relevantes nas realidades apresentadas. O filme "Serra Pelada" foi sugerido como referência para o estudo.

Figura 8 - “Cartilha explicativa sobre a Barragem Serra Azul da ArcelorMittal”.



Fonte: Relatórios da GEOESTÁVEL Consultoria e Projetos (2019).

Durante a atividade, os alunos puderam perceber a importância da mineração para a economia do país, mas também os impactos ambientais e sociais que essa atividade pode gerar (todo o material didático e o aplicativo utilizado na aula dois, pode ser acessado através do QR CODE ao lado). Além disso, a dinâmica incentivou a colaboração entre os membros dos grupos e a criatividade na busca por soluções para os problemas apresentados. O filme "Serra Pelada" também foi uma excelente referência para aprofundar o estudo sobre a mineração no Brasil e suas consequências. Ao final da aula, os alunos saíram com uma visão mais ampla e crítica sobre o tema, prontos para aplicar o pensamento reflexivo em situações futuras.

A quinta e última aula consistiu em uma visita orientada ao CTSAPA. Conseguimos agendar a visita gratuitamente para os alunos. O centro oferece atividades educativas e visitas guiadas que abrangem informações relevantes sobre os minerais da Amazônia paraense. O roteiro proposto incluiu as seguintes atividades de acordo com o Quadro 7:

Quadro 7 – Roteiro de atividades.

Roteiro de atividades
1. Visita ao espaço da ciências no centro de ciências: exposição de alguns minerais encontrados na Amazônia paraense e impactos ambientais;
2. Visita aos demais espaços do centro, como astronomia e biologia, correlacionando com os minerais;
3. Visita à cúpula, onde ocorreu uma sessão interativa sobre os planetas e sua formação.

Fonte: Santos (2023).

Após a visita, os alunos concluíram um caça-palavras que foi desenvolvido para auxiliar na compreensão do tema abordado.

Figura 9 - "Caça-Palavras dos Minerais aplicado na aula 5".

Essa atividade foi muito proveitosa para os alunos, pois puderam aprender de forma lúdica sobre a importância dos minerais da região para a Amazônia e sua relação com outros campos do conhecimento, como a astronomia e a biologia (todo o material didático utilizado na quinta aula pode ser acessado através do QR CODE ao lado). Além disso, a sessão interativa na cúpula do planetário permitiu que os alunos visualizassem de forma mais concreta os conceitos abordados em sala de aula. Ao final da visita, aplicou-se um caça-palavras, como uma forma divertida de fixar o aprendizado adquirido na visita ao centro de ciências e planetário sobre os minerais (Figura 9).

Figura 10 - "Caça-Palavras dos Minerais aplicado na aula 5".



Obs.: A versão ampliada estará disponível como produto educacional final desta pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, serão descritas observações realizadas ao longo da aplicação da SD sobre mineração e a exploração dos resultados dos questionários a partir da Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Todos os alunos que responderam aos questionários foram incluídos nas análises, permitindo definir a caracterização deles. Considerando-se também um dos objetivos da pesquisa, que se trata da avaliação das respostas dos estudantes e as mudanças nas perspectivas acerca dos assuntos envolvidos na discussão do problema trabalhado, foram construídas algumas categorias para esta análise.

Dessa forma, a aplicação dos questionários (Apendice 1.1 e 2.1) proporcionou achados relevantes a serem discutidos a seguir.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

A amostra da pesquisa totaliza 6 participantes, correspondendo a 3 do sexo feminino e 3 do sexo masculino, todos os alunos são do EETEPA "Doutor Celso Malcher". A respeito da caracterização, observa-se abaixo as seguintes informações (Quadro 8).

Quadro 8 - Caracterização dos participantes da EETEPA "Doutor Celso Malcher" (PA), Brasil, 2023.

Características		n
Sexo	Feminino masculino	3 3
Local	EETEPA "Doutor Celso Malcher" CCPPA	6 0
Total		6

Fonte: Santos (2023).

5.2 CATEGORIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS

Considerando os objetivos da pesquisa, construiu-se duas categorias para esta análise, subsidiadas pelas perguntas e respostas dos questionários a respeito das contribuições de uma SD de Ensino de Minerais (Apêndice 1.1 e 2.1). O enfoque se direcionou, sobretudo, para o retorno dos participantes, ao início e ao final do processo, que foram se transformando ao longo da SD aplicada.

De posse dos questionários respondidos e seguindo a Análise de Conteúdo de Bardin (2016), na primeira etapa – a pré-análise – considerou-se que os conteúdos dos questionários convergiram para temáticas específicas entre si. A pergunta 1 e 2 do questionário diagnóstico (Apêndice 1.1) tratam a respeito do conhecimento dos participantes sobre os minerais e os elementos químicos. As perguntas 6 e 7 direcionam-se para as percepções e visão de mundo deles acerca da temática. As perguntas 3, 4, 5 e 8 abordam sobre as experiências dos alunos com a disciplina de meio ambiente.

Da mesma maneira ocorreu com o questionário 2 (Apêndice 2.1), onde as perguntas 1 e 2 tratam do conhecimento, a pergunta 6 aborda a perspectiva e as demais (3, 4 e 5) abordam sobre as experiências dos alunos com a matéria. Vale ressaltar que os questionários possuem as mesmas temáticas pois trata-se de uma análise pré e pós a SD aplicada, portanto seguem os mesmos objetivos de identificação. Além disso, destaca-se que as respostas obtidas estavam alinhadas com as perguntas, não ocorrendo divergências com as temáticas centrais. Neste momento também realizou-se a construção do *corpus* textual no formato compatível para inserção no *software* IRAMUTEQ.[1]

[1] O IRAMUTEQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires) é recurso online podendo ser utilizado como um meio de tratamento de um texto ou um conjunto de textos com base na lexicometria, que possibilita a análise de dados qualitativos com uma estratégia de cunho quantitativo, por meio

Na exploração dos resultados, a partir da ordenação das perguntas de acordo com a temática identificada, obteve-se a padronização de palavras e termos apresentados e repetidos nas falas dos participantes em cada resposta, definindo-os em códigos para construir as categorias. Esta etapa resultou na: a categoria 1 "Conhecimentos e Perspectivas dos alunos sobre os minerais" e a categoria 2 "Experiências dos alunos com a disciplina". Ambas categorias e códigos estão nos quadros representativos correspondentes aos dois questionários aplicados, a fim de analisar as duas categorias nos momentos pré (Quadro 9) e pós SD (Quadro 10).

Quadro 9 - Categoria 1 e 2 do questionário 1 aplicado antes da sequência didática (APÊNDICE 1.1), PA, Brasil, 2023.

Categoria 1 – Conhecimentos e Perspectivas dos alunos sobre os minerais		
Códigos	**Frequência**	**Respostas dos participantes**
Elementos rochosos	4	P1: "São espécies de rochas formadas pela natureza" P3: "Eu entendo que são materiais rochosos inorgânicos formados por elementos químicos" P6: "Conjunto de pedras que tem características físico-ciênciass específicas"
Ferro	11	P3: "Ferro, cobre, ouro, magnésio etc. Geralmente estão presentes em aparelhos eletrônicos, eletrodomésticos e objetos em geral." P4: "Ferro, em quase todos os lugares" P6: "Ferro, alumínio, quartzo rosa, presente em panelas tigelas lixeiros etc."
Categoria 1 – Conhecimentos e Perspectivas dos alunos sobre os minerais		
Códigos	**Frequência**	**Respostas dos participantes**
Poluição ambiental	10	P1: "Poluição hídrica, poluição atmosférica." P3: "Contaminação de rios, do solo e do ar." P5: "Os principais impactos ambientais da mineração são: o aumento da turbidez e variação da qualidade da água, alteração do seu pH (a água pode ficar mais ácida), contaminação do solo e da água com metais pesados."
Degradação ambiental	5	P3: "Pode ocasionar desmatamento, degradação ambiental." P5: "Extinção da flora e fauna local." P6: "Além da retirada da vegetação natural sensibilizando o solo, é feita a retirada de parcela da terra, causando também voçorocas de tamanhos diversificados"
Categoria 2 – Experiências dos alunos		
Códigos	**Frequência**	**Respostas dos participantes**
Importância da disciplina	6	P1: "É importante para conscientizar sobre o uso os malefícios e benefícios." P2: "É importante para se obter conhecimento extra sobre o ambiente já que os minerais estão presentes em muitas áreas." P3: "Entender a importância dos minerais para os seres humanos."
Adquirir conhecimento	10	P2: "Maior conhecimento sobre as propriedades da natureza." P3: "Contribui a partir de que o estudo pode disponibilizar o conhecimento da nossa situação em relação aos minérios." P4: "Fazendo com que eu tenha o conhecimento mais completo para compreender o meio ao meu redor."

do vocabulário, de repetições de palavras e ideias em comum e assim organizá-los em categorias (SOUSA, 2021). Link de acesso: http://www.iramuteq.org/.

Os minerais no cotidiano	10	P2: “Contribui ao entender que os minerais estão presentes em praticamente todos os lugares e que são muito importantes para o cotidiano e a vida humana” P4: “Fazendo com que eu tenha o conhecimento mais completo para compreender o meio ao meu redor.” P5: “A mineração contribui para a criação de inúmeros empregos diretos e indiretos, justamente por oferecer matéria prima para variados tipos de indústria.”
Ausência de experiência com sala de aula invertida	6	P1: “Não Conheço.” P4: “Não conheço.” P6: “Não, nunca.”

Fonte: Santos (2023).

Quadro 10 - Categoria 1 e 2 do questionário 2 aplicado após a sequência didática (APÊNDICE 2.1), PA, Brasil, 2023.

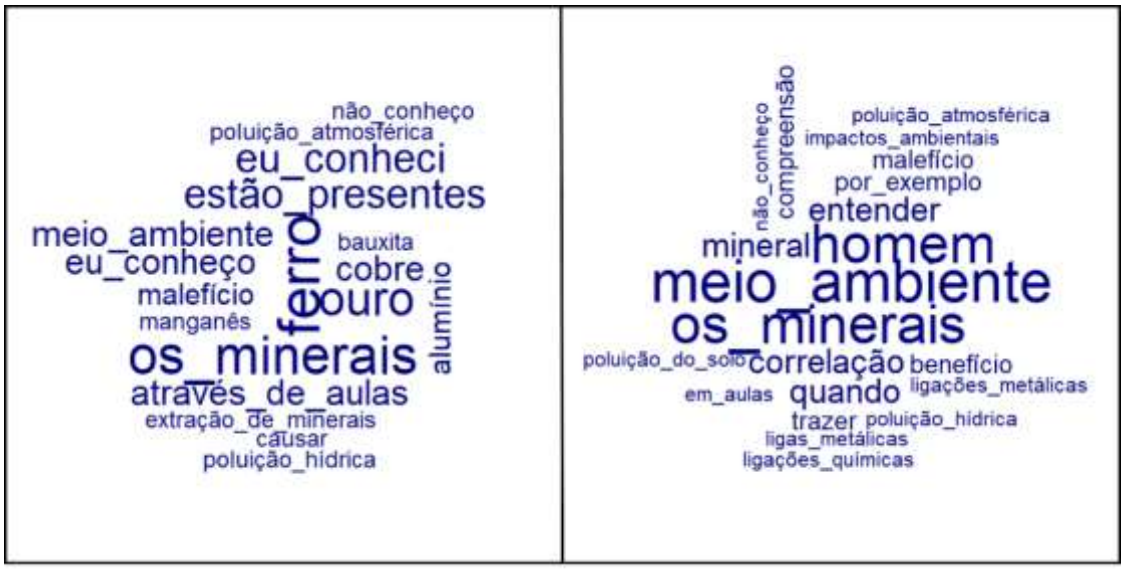
Categoria 1 – Conhecimentos e Perspectivas dos alunos sobre os minerais		
Códigos	**Frequência**	**Respostas dos participantes**
Integração sólida formada por elementos químicos	5	P1: “São integrações sólidas formadas naturalmente” P3: “Entendo que são materiais sólidos e homogêneos que são formados por elementos químicos” P5: “Os minerais são compostos químicos inorgânicos que, quando agrupados, dão origem aos diferentes tipos de rochas”
Combinação de elementos químicos	3	P1: “São relações ciênciass que acontecem entre os átomos de metais” P3: “Podem, ocorrendo a mistura de um metal com pelo menos mais um metal ou não metal” P4: “Uma liga metálica é formada pela combinação de dois ou mais elementos metálicos”
Benefícios e malefícios	6	P2: “É uma relação benéfica para o homem, pois com os minerais foi obtido grande avanço em praticamente todas as áreas” P4: “É benéfica pois o homem depende dos minerais para uma variedade de necessidades. É maléfica em casos de exploração excessiva ou descuidada.” P6: “Sua relação tende a dois lados, dependendo de que rumo levar, benéfica se for tomada pelos meios certos [...] e maléfica pois muitas vezes a sociedade consumista minimiza as preocupações com o meio ambiente [...]”
Prejuízos ao meio ambiente	6	P3: “quando ações antrópicas para extração de minérios contamina rios, solo e ar, sem se preocupar com a preservação do ambiente.” P4: “É maléfica em casos de exploração excessiva ou descuidada.” P5: “essa prática costuma gerar sérios danos ao meio ambiente.”
Categoria 2 – Experiências dos alunos com a disciplina		
Códigos	**Frequência**	**Respostas dos participantes**
Desenvolver conhecimento	9	P1: “Nos trazendo conhecimento para sabermos os benefícios que tal mineral pode causar para o nosso ambiente, assim também como possíveis malefícios.” P2: “Desenvolver maior conhecimento sobre os recursos do ambiente” P3: “Pode contribuir para o nosso conhecimento do uso de tais”
Relevância dos minerais	4	P1: “Me trazendo conhecimento e abrindo o meu campo de visão em relação à importância dos minerais”

		P4: “Os minerais desempenham um papel importante no estudo e na gestão ambiental” P5: “minerais são importantes para as economias nacionais e para a dinâmica econômica global”
Fixação do conteúdo	4	P2: “fixação de conteúdo de um modo divertido” P3: “Essa dinâmica ajuda na fixação de conceitos dos minérios, e de fato aprender onde se localizam e como acontece a extração dos mesmos” P5: “O jogo da memória sobre minerais, ele pode ser um ensinamento de suas descobertas, como: aprender sua localização, suas propriedades, seus benefícios e malefícios e seus conceitos.”
Os minerais no cotidiano	4	P1: “[...] importância dos minerais e como eles estão presentes em nosso dia a dia e ao nosso redor, e os seus diversos benefícios.” P4: “Mostrando minerais da região e a importância deles para o nosso cotidiano.” P5: “[...] servindo de matéria-prima para a indústria e sendo comercializados como commodities no mercado internacional.”

Fonte: Santos (2023).

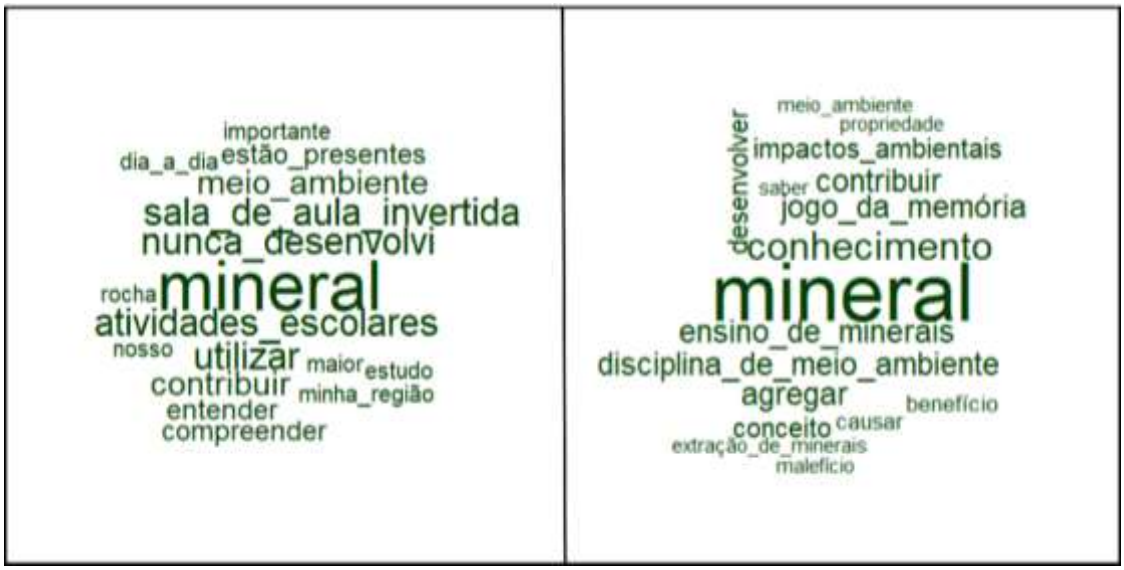
O *corpus* textual submetido ao IRAMUTEQ resultou em quatro nuvens de palavras expositivas que correspondem a categoria 1 (nuvem de palavras azul) e 2 (nuvem de palavras verde), sendo à esquerda correspondente ao questionário inicial e à direita ao questionário final nas figuras 10 e 11. Nelas pode-se perceber a diferença no desenvolvimento argumentativo das respostas dos participantes, onde a segunda nuvem de palavras apresenta-se mais expressiva em relação à primeira.

Figura 11 - Nuvens de palavras da categoria 1 dos apêndices 1.1 e 2.1. PA, Brasil, 2023.



Fonte: Santos (2023).

Figura 12 – Nuvens de palavras da categoria 2 dos apêndices 1.1 e 2.1. PA, Brasil, 2023.



Fonte: Santos (2023).

A última etapa, disposta a seguir, consiste na interpretação dos resultados obtidos pelas categorizações, de modo a concluir como o que foi observado influencia as hipóteses pré-estabelecidas e, também, o contexto utilizado como base.

5.3 CATEGORIA 1: CONHECIMENTOS E PERSPECTIVAS DOS ALUNOS SOBRE OS MINERAIS

Esta categoria emergiu das observações realizadas sobre as respostas dos alunos diante de perguntas direcionadoras a esse tema. Inicialmente, antes da aplicação da SD, os alunos demonstraram deter conhecimento sobre os minerais, bem como uma perspectiva de cotidiano favorável à identificação dos minérios e seus impactos no dia a dia. No entanto, as respostas se mantiveram em um nível de superficialidade sobre conceitos, características e outros fatores relacionados aos minerais nas respostas do questionário inicial.

De acordo com a análise, o código "materiais rochosos" contemplam as falas que, em sua maioria, correspondem ao que eles compreendem sobre o que são minerais, como pode ser observado nas falas:

> *São espécies de rochas formadas pela natureza.* (P1).
>
> *São elementos que estão presentes em rochas.* (P2).
>
> *Eu entendo que são materiais rochosos inorgânicos formados por elementos químicos.* (P3).

Para Teixeira *et al.* (2009), os minerais possuem composição ciências bem definida, estrutura cristalina, formado a partir de processos naturais e inorgânicos e com propriedades

elétricas. A partir disso, infere-se que as respostas não estão incorretas, porém às consideram-se incompletas de acordo com as definições.

A interdisciplinaridade e as atividades de estímulo psico-cognitivo são estratégias relevantes no processo de ensino-aprendizagem, ao ampliar as formas de trabalhar uma problemática com diversos atores a partir do cotidiano (Alves *et al.,* 2020). Visto que nas respostas dos alunos e nas observações realizadas durante a SD identificou-se ausência de metodologias ativas – sobretudo a metodologia de sala de aula invertida –, compreende-se o breve domínio sobre os minerais associado com a escassez de utilização da interdisciplinaridade nas disciplinas de ciências.

É necessário ressaltar também que nenhum indivíduo é desprovido de algum tipo ou nível de conhecimento e quando o docente insere métodos diferenciados na sua prática favorece o desencadeamento de reflexões dos alunos e aproveita os conhecimentos prévios deles para a construção de novos aprendizados. De acordo com Jófili (2002):

> Estar consciente dos conceitos prévios dos alunos – que estejam em desacordo com o conhecimento científico – capacita os professores a planejarem estratégias para reconstruí-los, utilizando contra-exemplos ou situações-problema, para confrontá-los. Esse confronto pode causar uma ruptura no conhecimento dos alunos, provocando desequilíbrios (ou conflitos cognitivos) que podem impulsioná-los para a frente na tentativa de recuperar o equilíbrio.

Isto pôde ser identificado no comparativo das respostas do segundo questionário após a SD, onde os participantes vivenciaram momentos de protagonismo na construção dos saberes e expostos a novas metodologias pedagógicas que instigaram a criatividade e reflexão. Com isso percebeu-se maior refinamento das afirmativas e maior apropriação quando responderam novamente sobre o entendimento acerca dos minerais, observado nas respostas:

> *São integrações sólidas formadas naturalmente.* (P1).
>
> *Entendo que são materiais sólidos e homogêneos que são formados por elementos químicos, podendo ser metálicos e não metálicos.* (P3).
>
> *Os minerais são compostos químicos inorgânicos que, quando agrupados, dão origem aos diferentes tipos de rochas. Os minerais são compostos químicos inorgânicos formados naturalmente e que apresentam uma estrutura molecular bem definida.* (P5).

Ainda acerca do conhecimento dos alunos, o código "ferro" corresponde ao entendimento deles sobre os tipos de minérios existentes na região Amazônica paraense. A maioria das respostas continha mais de um minério ou tipo de metal, no entanto o ferro obteve

destaque na ocorrência de menções ao longo de todas as respostas dos questionários. O conhecimento dos alunos sobre este metal, que possui como mineral a hematita, corresponde com o fato de o ferro ser predominante no estado do Pará, juntamente com as demais produções minerais: cobre, bauxita (Figura 12) e manganês (que também apareceram nas afirmativas de alguns participantes) (Nascimento; *et al*, 2011).

Figura 13 - Bauxita.



Fonte: Peixoto; Ferreira; Mattos (2016).

É possível também observar a perspectiva dos alunos sobre a presença dos minerais e minérios no seu cotidiano, sendo:

> *Geralmente estão presentes em aparelhos eletrônicos, eletrodomésticos e objetos em geral.* (P3).
>
> *Em quase todos os lugares.* (P4).
>
> *Presente em panelas, tigelas, lixeiros etc.* (P6).

Apesar do desenvolvimento reduzido das respostas, é evidente que, mesmo empiricamente, os alunos conseguem identificar esses elementos na sua realidade. Isto é de relevância pois, a partir da identificação das perspectivas o professor pode conduzir as atividades alinhado ao conhecimento prévio deles e instigar a participação cada vez mais ativa no processo de ensino-aprendizagem (Jófili, 2002). Ressalta-se que para haver essa percepção por parte do docente, é necessário priorizar as metodologias ativas em detrimento ao método tradicional, pois nesses espaços de atuação do aluno será evidenciado quais saberes eles possuem sobre um conteúdo e favorece ao professor um diagnóstico mais efetivo, bem como quais metodologias utilizar.

De acordo com um dos objetivos da pesquisa, criou-se uma SD baseada em alguns minerais presentes no Estado do Pará, associando-a com a SAI. Ela se configurou como estratégia positiva para obter-se essas evoluções com os participantes. De acordo com Monteiro,

Castilho e Souza (2021), a SD constitui-se como uma sequência de atividades ligadas entre si, facilitadoras do ensino de um determinado conteúdo e planejadas de acordo com os objetivos do docente. Por meio da SD é possível abordar os minerais e suas características, como também explorar as particularidades deles no contexto amazônico de forma atrativa, facilitada e ativa.

Reforça-se a importância da adesão do movimento CTSA para a realização das atividades e suas observações, pois durante toda a aplicação da SD essa abordagem se faz necessária para a produção de discussões reflexivas que favorecem a observação de situações de aprendizagem levando às conclusões das análises sobre o conhecimento dos alunos antes e após a SD, como também durante o transcorrer das atividades (Urel, 2022).

Na flexibilidade da utilização da SD, e com isso ter a possibilidade de associar à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), fortalece-se a perspectiva de que a Ciência tem como um de seus objetivos formar indivíduos com capacidade de tomada de decisões e reconhecer o papel da ciência e da tecnologia no seu dia a dia (Fernandes; Pires; Delgado-Iglesias, 2018). Fazer uso da CTSA durante a atividade fomenta ainda a seleção dos conteúdos e métodos utilizados na SD, articulando-os com a BNCC, direcionado ao campo de Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.

Outro ponto considerado na apropriação do CTSA durante a SD se trata da relevância do embasamento científico durante o processo de aprendizado e construção do pensamento crítico dos alunos para se posicionarem diante das problemáticas elencadas no primeiro momento. Diante do desenvolvimento do conhecimento, pela soma dos saberes empíricos com o saber técnico-científico, os alunos são capazes de seguir para a organização do conhecimento e, ao final, aplicá-lo (Jesus; Rocha; Porto, 2022; Urel, 2022). Dessa forma, considera-se que a SD contribuiu significativamente para o ensino aprendizagem de conceito dos minerais no curso de meio ambiente, possibilitando alcançar os objetivos da pesquisa.

Além disso, as perspectivas dos participantes quando questionados sobre a correlação entre os minerais, meio ambiente e o homem que a extração inadequada do mineral pode acarretar, a maioria dos participantes afirmam ocasionar e deram exemplos

> *Pode ocasionar desmatamento, degradação ambiental, contaminação de rios, do solo e do ar.* (P3).
>
> *Os principais impactos ambientais da mineração são: o aumento da turbidez e variação da qualidade da água, alteração do seu pH (a água pode ficar mais ácida), contaminação do solo e da água com metais pesados, redução do oxigênio dissolvido nos ecossistemas aquáticos, assoreamento de rios, poluição do ar, extinção da flora e fauna local.* (P5).

> *A extração de minerais pode gerar assoreamentos erosão de solos pois além da retirada da vegetação natural sensibilizando o solo, é feita a retirada de parcela da terra, causando também voçorocas de tamanhos diversificados.* (P6).

"Poluição ambiental" e "Degradação ambiental", são os códigos definidos para contemplar essas perspectivas pela presença marcante desses impactos nas falas dos alunos. Nessas questões é possível considerar que eles possuem uma percepção mais aprofundada sobre os impactos envolvendo os minerais, em comparação aos conceitos mais conteudistas sobre o assunto, visto que são respostas colhidas antes da aplicação da SD.

De fato, os impactos causados ao meio ambiente pelas ações antrópicas são visíveis e afetam a população, sendo recorrentemente abordados em reportagens e noticiários. Associado esse contexto à educação de ciências, ao perpassar pelos assuntos do meio ambiente, infere-se que a construção da perspectiva dos alunos sobre os malefícios dos minérios pôde ser construída. No entanto, para desenvolver um processo de aprendizagem eficaz, necessita-se estimular o entendimento não apenas para os seus impactos, mas ainda para seus conceitos, finalidades e características e desencadear o pensamento crítico para atuar frente às problemáticas ocasionadas. Neste contexto, a CTSA exerce a relevância necessária para aperfeiçoar o aprendizado dos alunos no conteúdo de minerais (Jófili, 2002; Jesus; Rocha; Porto, 2022).

No questionário final, após a SD, quando novamente indagados sobre a correlação mencionada anteriormente, pode ser observado a mesma capacidade argumentativa demonstrada, com diferencial para o acréscimo da perspectiva sobre os benefícios dos minerais nesta correlação. Este fato pode ser identificado nas afirmações:

> *A mineração pode trazer benefícios econômicos para o país por exemplo, quando realizada de forma correta e que não agrida ao meio ambiente. Os minerais também podem acabar trazendo malefícios quando, ocorre a mineração de forma ilegal e incorreta, ocasionando impactos negativos ao meio ambiente como por exemplo poluição hídrica, atmosférica, e do solo, fora que, podem trazer prejuízos à saúde.* (P1).

> *A relação benéfica acontece quando o homem extrai os minérios a fim de desenvolvimento de estruturas e tecnologias, mas recuperando as áreas que degrada e preservando o ambiente local. A relação maléfica e quando acontece o oposto, quando ações antrópicas para extração de minérios contamina rios, solo e ar, sem se preocupar com a preservação do ambiente.* (P3).

> *Sim. A mineração local fomenta impactos positivos (emprego, renda, tributos etc.); e negativos: deterioração da qualidade ambiental através da redução da biodiversidade, poluição atmosférica e sonora etc. Os principais impactos ambientais da mineração são: o aumento da turbidez e variação da qualidade*

> *da água, alteração do seu pH, contaminação do solo e da água com metais pesados.* (P5).

Para sintetizar as falas, os códigos "Benefícios e malefícios" e "Prejuízos ao meio ambiente" são escolhidos para contemplar a ideia central.

A Sala de Aula Invertida (SAI) como estratégia de metodologia ativa é proveitosa para a SD. Os alunos são participativos e possibilitam um espaço para observar a compreensão deles sobre os minerais e avaliar quanto ao protagonismo sobre o próprio processo de aprendizado. Diante das problemáticas, eles demonstram autonomia na busca por resolutividade, sem esperar passivamente pela docente. Essa realidade coaduna com Schneiders (2018), ao afirmar que a postura dos participantes muda quando envolvidos na SAI, ao saírem da posição de expectador para participante ativo, tornando-se o responsável pelo seu aprendizado.

5.4 CATEGORIA 2: EXPERIÊNCIAS DOS ALUNOS COM A DISCIPLINA

A categoria 2 surgiu a partir das respostas dos alunos sobre as vivências com a disciplina de meio ambiente e sua abordagem sobre os minerais. Nesta categoria, pôde ser extraído quais atribuições eles associam ao componente e de que forma contribui no aprendizado. Além disso, comparando as duas categorias em relação aos questionários inicial e final, identifica-se nesta uma discrepância inferior no conteúdo das respostas em relação a categoria 1.

Inicialmente, para construir esta categoria considera-se o código "Importância da disciplina" para contemplar a relevância atribuída pelos alunos à disciplina e atrelada a abordagem dos minerais. Eles demonstram visualizá-la como meio importante para desenvolver aprendizados com diversas finalidades. Pode-se observar nas falas a seguir do questionário 1.1 como cada aluno considera esta importância:

> *É importante para conscientizar sobre o uso os malefícios e benefícios.* (P1).

> *É importante para se obter conhecimento extra sobre o ambiente já que os minerais estão presentes em muitas áreas.* (P2).

> *Entender a importância dos minerais para os seres humanos.* (P3).

Em destaque às falas anteriores dos participantes P1, P2 e P3, percebe-se a presença da pluralidade de atribuições à importância da disciplina. O primeiro destaca a relevância para conhecer os malefícios e benefícios dos minerais, o segundo compreende como um meio de

adquirir um conhecimento a mais acerca do meio ambiente e o terceiro enfatiza a relação de importância que os minerais possuem para o homem. Isto se dá pela construção individual deles desenvolvida no decorrer do processo de socialização para além da sala de aula.

O aluno chega à escola com percepções formadas e que, ao ser exposto a novos aprendizados, é capaz de construir novos saberes. A partir deste contexto é necessário que o docente esteja apto a conduzir diferentes compreensões sobre um determinado assunto a fim de alcançar um processo de ensino-aprendizagem assertivo e bom aproveitamento educacional (Silva; Diniz; Júnior, 2019).

Além disso, a variedade de perspectivas é favorável para uma construção de conhecimento em conjunto e de forma autônoma. Acerca da experiência dos alunos com a disciplina, cada um ao considerá-la de uma forma específica e somar as diferentes visões, é possível alcançar o entendimento completo sobre todas as ramificações do estudo do meio ambiente associado ao ensino dos minérios e minerais, que perpassa pelos pontos destacados pelos participantes (Silva; Diniz; Júnior, 2019).

Ainda, de fato é possível inferir que os alunos consideram positivamente a importância de estudar sobre o meio ambiente e os minerais em virtude de serem subáreas dos estudos das ciências, sendo fundamental para a formação integral do aluno. Viecheneski e Carletto (2013) coincidem com a mesma compreensão ao destacarem a relevância da disciplina para a formação dos discentes como “cidadãos ativos, consumidores e usuários responsáveis da tecnologia existente”. Esses atributos são fundamentais quando se trata dos minerais como recurso de produções tecnológicas, matéria-prima de produtos comerciais e seu consumo sendo consequentemente ocasionador de diversos impactos socioambientais.

Nesse ínterim, os alunos enfatizam a importância do componente para obtenção de mais conhecimento sobre os minerais, acerca dos seus impactos e formas de uso. É necessário realmente a abordagem do ensino de maneira a despertar aprendizados, sobretudo de forma aplicável e compatível com o contexto que o discente está inserido. Isto corrobora com a proposta do ensino de Ciências, a qual visa a formação cidadã dos alunos e, no contexto dos minérios, destaca para a relevância do uso consciente dos recursos minimizando os impactos oriundos por tal ação.

Essa compreensão acerca da disciplina está presente também no segundo questionário aplicado. Pode-se perceber uma fala mais aprofundada sobre a importância, em comparação ao primeiro questionário. Observa-se:

> *Nos trazendo conhecimento para sabermos os benefícios que tal mineral pode causar para o nosso ambiente, assim também como possíveis malefícios.* (P1).
>
> *Pode contribuir para o nosso conhecimento do uso de tais, caso ocorra de termos que trabalhar com minérios, além também de prevenir impactos ambientais causados onde há extração de minérios.* (P3).
>
> *Os minerais desempenham um papel importante no estudo e na gestão ambiental, fornecendo informações sobre recursos naturais, impactos ambientais, qualidade da água e do solo, além de desempenhar um papel nas tecnologias sustentáveis.* (P4).

Para os alunos, a disciplina do meio ambiente permite também compreender sobre a relevância dos minerais. Isto é reforçado a partir da aplicação da SD, onde é explorado sobre os impactos desses produtos para o meio ambiente, sociedade e contexto econômico. Por se tratar de recursos indispensáveis para o desenvolvimento humano, é significativo abordar esse assunto em sala de aula para construir conhecimento e instigar o contato dos alunos com a área, visto que a geociência ainda encontra-se pouco explorada (Santos, 2021). Com isso, observa-se os recortes das respostas dos alunos no questionário final:

> *Me trazendo conhecimento e abrindo o meu campo de visão em relação à importância dos minerais.* (P1).
>
> *Os minerais desempenham um papel importante no estudo e na gestão ambiental.* (P4).
>
> *Minerais são importantes para as economias nacionais e para a dinâmica econômica global.* (P5).

Associada a relevância de estudar sobre os minerais, para os alunos o contato com a disciplina também gera conhecimento desses recursos no cotidiano. Por meio das respostas dos questionários, é possível perceber que a maioria dos alunos consideram que a abordagem sobre os minerais pode facilitar a identificação das questões socioambientais e econômicas relacionadas aos minérios da sua região. Identifica-se nas falas:

> *Importância dos minerais e como eles estão presentes em nosso dia a dia e ao nosso redor, e os seus diversos benefícios.* (P1).
>
> *Mostrando minerais da região e a importância deles para o nosso cotidiano.* (P4).

> *Servindo de matéria-prima para a indústria e sendo comercializados como commodities no mercado internacional.* (P5).

A partir desse contexto torna-se ainda mais favorável utilizar da perspectiva do CTSA ao visar a formação de indivíduos com pensamento crítico, capazes de tomar decisões e reconhecer a ciência e seus componentes no seu dia a dia (Fernandes; Pires; Delgado-Iglesias, 2018). Além disso, abordar temáticas partindo do conhecimento do cotidiano dos alunos demanda do professor a necessidade de mediar esse processo de ensino-aprendizagem e ser capaz de torná-los em conhecimentos científicos. Logo, torna-se fundamental recorrer a recursos pedagógicos facilitadores desse processo (Silva; Diniz; Júnior, 2019).

Em relação a pergunta sobre as experiências com o uso da SAI, todas as respostas sinalizaram nunca terem experimentado a metodologia. Este achado possui relevância visto que as metodologias ativas são estratégias fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem. As respostas dos alunos foram objetivas quanto a esta pergunta:

> *Não Conheço.* (P1).
>
> *Não conheço.* (P4).
>
> *Não, nunca.* (P6).

As modificações tecnológicas e os avanços da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) têm ocasionado impactos cada vez maiores no modo de viver, de aprender, se relacionar e se comunicar ao longo dos anos. Esses determinantes consequentemente afetam a educação que, paralelamente, também já estava passando por processos de modificação no modo de ensinar e aprender ao se desprender das formas tradicionais (Santos, 2019).

Atrelado a esse contexto, considera-se outros fatores capazes de também influenciar no processo de ensino-aprendizagem, como a recente pandemia da COVID-19, que demandou novas configurações pedagógicas para conciliar a situação global com a continuidade no ensino. Todos esses determinantes direcionam o docente a aderir e desenvolver novos métodos de aula, capazes de se adequar às modificações, priorizando estimular a participação ativa dos alunos (Silva; Vasconcelos; Moura, 2021).

Com isso, a SAI tornou-se uma das diversas metodologias implantadas para atrair atenção e interesse dos alunos e elevar o aproveitamento deles. Silva, Vasconcelos e Moura

(2021) enfatizam a importância de nas áreas das ciências, com destaque para a geociência e ciências, os professores utilizarem estratégias desafiadoras, estimulantes e problematizadoras com o objetivo de efetivar a construção do aprendizado. Dessa forma, a SAI contribui como alternativa de estimular a autonomia e participação ativa dos discentes, ao contrário dos métodos pedagógicos tradicionais.

É válido destacar algumas nuances no método de inserção de tecnologias e informatização no ensino, visto que apesar de os recursos tecnológicos estarem presente na realidade da maioria dos indivíduos, ainda existe parcela da população sem acesso ou acesso limitado a esses recursos, bem como a falta de infraestrutura e subsídios das instituições de ensino para oferecer adequadamente o acesso a esses meios (Santos, 2019).

No que tange aos benefícios da utilização da SAI, encontra-se a busca individual ou coletiva dos alunos pelo conhecimento, com o docente no papel de mediador do aprendizado e não detentor do saber, à medida que aumenta a interação do aluno com o professor; acesso prévio a materiais enviados pelo professor de forma online, levando as atividades para além da sala de aula tradicional (Souza; Dantas; Cunha, 2018).

Esses fundamentos são essencialmente considerados para desenvolver a SD, obtendo os resultados positivos. O espaço ainda proporcionou a realização do Jogo da Memória dos Minerais da Amazônia Paraense. Os estudantes realizaram a pesquisa para embasar o conteúdo do jogo e construíram de forma cooperativa, exercendo o trabalho coletivo e de forma lúdica. Para Santos (2019), as atividades lúdicas contribuem significativamente para o processo de construção do conhecimento e desencadeiam o processo criativo diante de um conteúdo trabalhado.

No segundo questionário, posteriormente à realização da SD com SAI e o jogo, quando perguntados sobre a experiência dos alunos com os métodos, as respostas são majoritariamente positivas, definindo-se o código “Fixação do conteúdo” por contemplar a essência central das falas:

> *Fixação de conteúdo de um modo divertido.* (P2).
>
> *Essa dinâmica ajuda na fixação de conceitos dos minérios, e de fato aprender onde se localizam e como acontece a extração dos mesmos.* (P3).

> *O jogo da memória sobre minerais, ele pode ser um ensinamento de suas descobertas, como: aprender sua localização, suas propriedades, seus benefícios e malefícios e seus conceitos.* (P5).

Ao utilizar da SAI na aula de ciências, Silva, Vasconcelos e Moura (2021) também obtiveram um resultado semelhante por parte dos participantes da sua pesquisa, demonstrando terem desenvolvido melhor compreensão sobre os assuntos e experiência positiva com a disciplina. De fato, aderir a formas dinâmicas facilita a participação dos alunos nos estudos e estimula novas perspectivas nesse processo de ensino-aprendizagem.

Nesta pesquisa, percebe-se não apenas com as respostas aos questionários, mas também durante toda a aplicação da SD, a demonstração de interesse dos alunos, com esclarecimento de dúvidas e construção do conhecimento de acordo com suas próprias particularidades. A partir da SD também foi possível projetar o PE com todas as etapas teóricas e experimentais das atividades temáticas, para professores de Ciências, afim de servir como apoio ao processo de ensino-aprendizagem, e assim atingir o ultimo objetivo dessa pesquisa.

E, ao final, com a realização da visita guiada com os alunos ao Centro de Ciências e Planetário do Pará (CCPPA) foi possível explorar as temáticas abordadas durante todo o processo, perpassando por todos os espaços do local para visualizar as formações rochosas dos minerais, suas propriedades, estruturas e reações ciênciass, compartilhando ao final as principais considerações. A partir desta experiência, sugere-se como atividade complementar a outras metodologias pedagógicas esta visita ao CCPPA visto que é uma atividade enriquecedora no processo de ensino-aprendizagem.

6 PRODUTO EDUCACIONAL



Tipologia: Material didático / Instrucional.

Nome do PE: “SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: MINERAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE”.

Nível de Ensino: Médio.

Público-alvo: Professores do curso de Meio Ambiente.

Finalidade: Desenvolvimento de conhecimentos curriculares relacionados aos minerais, mineração e CTSA aplicados à discussão e a possíveis soluções de problemas de fenômenos naturais da Amazônia paraense. Seu impacto educacional e social gerará um profissional mais qualificado e integrado ao contexto local.

Perspectiva: Criar rotinas pedagógicas mais integradas ao conhecimento científico, didático e prático da vivência dos estudantes de Meio Ambiente da região amazônica.

Caráter inovador: O Produto Educacional (PE) "Sequência Didática para o Ensino de Ciências: Minerais na Amazônia Paraense" apresenta um médio teor inovador. Embora não seja desenvolvido com base em conhecimento completamente inédito, destaca-se pela habilidade de combinar e compilar informações já existentes de maneira única. Sua inovação reside na abordagem contextualizada da exploração mineral na Amazônia, integrando Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) de forma específica e relevante para o público-alvo do ensino médio. A adaptação de conhecimento existente é evidente na escolha cuidadosa de conteúdos, estratégias e recursos pedagógicos, personalizando o material para atender às necessidades educacionais da região amazônica. Assim, o PE busca equilibrar a familiaridade dos educadores com conceitos consolidados e a necessidade de apresentar uma perspectiva inovadora, contribuindo para uma educação científica mais envolvente e contextualizada.



Replicabilidade: A Sequência Didática para o Ensino de Ciências: Minerais na Amazônia Paraense é altamente replicável devido à flexibilidade e adaptabilidade das atividades propostas. Seu desenho modular permite ajustes conforme características locais, ampliando a aplicabilidade em diferentes contextos amazônicos. A inclusão de recursos digitalizados facilita a disseminação e a utilização por professores, promovendo a replicabilidade e a sustentabilidade do PE.

Setor da Sociedade beneficiado pelo impacto: Educação. A Sequência Didática para o Ensino de Ciências: Minerais na Amazônia Paraense visa aprimorar a educação ao oferecer uma abordagem inovadora e contextualizada, promovendo o desenvolvimento de habilidades críticas e éticas nos alunos do ensino médio. Este impacto beneficia diretamente a qualidade da educação científica, contribuindo para uma compreensão mais profunda das interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, especialmente no contexto da exploração mineral na Amazônia.

Impacto do PE: O Produto Educacional (PE) "Sequência Didática para o Ensino de Ciências: Minerais na Amazônia Paraense" foi desenvolvido na Escola Estadual de Ensino Técnico de Nível Médio Dr. Celso Malcher, focado nos estudantes do ensino técnico de meio ambiente.



Sua aplicação na região amazônica evidenciou impactos significativos, enriquecendo o entendimento dos alunos sobre a interrelação entre mineração e meio ambiente local. A abrangência de aplicabilidade destaca-se pela contextualização precisa das atividades, considerando as especificidades da região.

Organização do Produto: O Produto Educacional é uma Sequência Didática para o Ensino de Ciências: Minerais na Amazônia Paraense, desenvolvida com base na teoria da sala de aula invertida e na abordagem CTSA. Organizada em cinco aulas, abrange temas de geologia, ciências, física e biologia, fomentando a integração multidisciplinar. Cada aula, com aproximadamente 1h40min de duração, é espaçada por intervalos de 7 dias, permitindo assimilação e reflexão. A proposta visa estimular alunos para as mudanças do mundo atual, conectando suas experiências históricas e sociais à realidade. A contextualização, multidisciplinaridade e correlação das áreas do conhecimento são elementos-chave, promovendo a construção dialógica do saber. A execução inclui a

aplicação prática de conceitos de minerais, consolidando teoria e prática. Ao término de cada aula, são oferecidas dicas embasadas nos resultados e reflexões obtidas durante a pesquisa do mestrado profissional, enriquecendo a condução da sequência.



Forma de avaliação: A forma de avaliação do PE envolveu a aplicação das atividades em sala de aula, seguida de discussões e análises críticas conduzidas pela professora pesquisadora. Além disso, foram realizadas avaliações formativas e sumativas, incluindo a coleta de feedback dos estudantes para aprimoramentos contínuos. A validação do PE baseou-se no desempenho dos alunos, na percepção positiva dos educadores e na observação do engajamento dos estudantes nas atividades propostas, consolidando a eficácia do produto educacional.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que a SD a partir da abordagem CTSA cooperou para compreender a realidade dos alunos diante da abordagem dos minerais e explorar a temática com a metodologia proposta. A Problematização Inicial possibilitou identificar a compreensão dos alunos sobre os minerais antes de todo o desenvolvimento do processo e acompanhar as modificações e construção dos saberes em cada etapa e expô-los a uma problemática para intervirem.

Na sequência, a organização e aplicação do conhecimento tornou-se essencial no esclarecimento de dúvidas, tomadas de decisão e autonomia dos participantes sobre o processo de ensino-aprendizagem. Foi principalmente nesse momento que a SAI se configurou como essencial nesse processo, com o acesso prévio a materiais relacionados à temática da mineração, permitindo aos alunos chegarem à aula com um nível básico de compreensão do assunto. Além disso, com a inversão da dinâmica, o tempo em sala de aula pôde ser mais bem aproveitado para interações mais significativas entre os alunos e a professora, favorecendo a mediação do aprendizado.

Reconhece-se que a SAI proporcionou momentos de protagonismo dos alunos na construção do conhecimento, estimulando a criatividade, reflexão e apropriação dos saberes, como evidenciado pelas respostas mais aprofundadas e refinadas no segundo questionário após a SD. Além disso, trabalhar a disciplina de meio ambiente, especialmente no contexto dos minérios e relacionado com as ciências, demonstrou despertar aprendizados aplicáveis e

compatíveis com o contexto dos alunos, contribuindo para a formação cidadã e conscientização sobre o uso responsável dos recursos minerais.

Esse fator é associado ao uso da abordagem CSTA, ao direcionar a seleção de conteúdos e métodos utilizados na SD que articulassem os conhecimentos científicos com as questões sociais, tecnológicas e ambientais relacionadas à mineração, contribuindo para a formação de indivíduos críticos e conscientes. Essa associação esteve ao longo de todo o desenvolvimento, pela participação ativa dos alunos e compartilhamento do conhecimento individual desenvolvido ao longo da sua construção social acerca da temática, tornando o aprendizado mais relevante e significativo para eles.

A análise dos questionários, realizada por meio da Análise de Conteúdo de Bardin, permitiu a categorização das respostas dos alunos, identificando padrões e palavras-chave que contribuíram para a interpretação dos resultados. Esse instrumento foi fundamental para registrar as compreensões iniciais e finais dos alunos e assim avaliar as possíveis contribuições que a SD possibilitou para o ensino e aprendizagem do conceito de minerais na disciplina de meio ambiente.

A interpretação dos resultados obtidos pelas categorizações permitiu concluir como as observações influenciam as hipóteses pré-estabelecidas e o contexto utilizado como base, fornecendo insights importantes para a compreensão das mudanças nas perspectivas dos alunos acerca dos assuntos abordados na SD. Identificou-se que ao longo da SD os alunos ampliaram as suas perspectivas sobre o assunto dos minerais, visto no desenvolvimento mais aprofundado comparando os dois instrumentos de perguntas.

A identificação da ausência de experiência com a SAI foi relevante ao mostrar que metodologias ativas ainda não são abordadas em sua totalidade. Por outro lado, o desenvolvimento dessa metodologia foi exitoso ao considerar a participação dos alunos em todas as etapas e sinalizam a importância positiva para a compreensão dos assuntos abordados. Destaca-se também a aplicação do jogo da memória, desenvolvido pelos próprios alunos, os fazendo estudar os conceitos e utilizar a criatividade e cooperação. Ao finalizar a SD com a visita ao Centro de Ciências e Planetário do Pará, foi possível tornar prático e ainda mais visual todos os conceitos trabalhados ao longo do processo.

Além disso, não há dúvidas de que o desenvolvimento da SD também foi importante para a construção do Produto Educacional, com base nas experiências vivenciadas em todas as etapas. Acredita-se que esta tecnologia poderá servir de apoio aos professores de Ciências dos

Ensinos Técnicos Integrado e/ou Subsequente, para o processo de ensino-aprendizagem sobre o conceito dos minerais.

Por fim, o Mestrado Profissional pôde contribuir significativamente para o meu crescimento profissional, especialmente na área de pesquisa-ensino de Ciências. Ao adotar a postura de professor pesquisador, pude desenvolver habilidades avançadas da pesquisa, aprimorar a minha prática pedagógica com base nas evidências científicas e experiências vividas na prática no decorrer do desenvolvimento da pesquisa, além de contribuir para o avanço do meu conhecimento na área.

Também tive a oportunidade de estabelecer contatos com outros profissionais da área, construir vínculo com os participantes do projeto e desenvolver uma visão mais ampla e crítica sobre as práticas educacionais em Ciências. Com essa formação, vislumbro perspectivas de uma atuação mais qualificada e inovadora no ensino de Ciências, contribuindo para a melhoria da qualidade da educação científica, o desenvolvimento de materiais didáticos mais eficazes e a promoção de uma cultura de investigação e curiosidade científica entre os estudantes.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meu profundo agradecimento a todos que tornaram possível esta jornada acadêmica enriquecedora. Primeiramente, agradeço a Deus e Nossa Senhora de Nazaré pelo apoio e acolhimento divino, que me guiaram e fortaleceram ao longo deste caminho. À FAPESPA/UEPA, meu sincero reconhecimento pelo incentivo acadêmico e pelas oportunidades que abriram as portas para meu desenvolvimento. Ao PPGEECA, sou grato pela oportunidade de fazer parte de um programa que me permitiu enxergar a ciência com outros olhos, expandindo meus horizontes e desafiando-me intelectualmente. Ao meu orientador José Fernando Pereira Leal e minha coorientadora Vânia Lobo Santos, obrigada por todo o aprendizado, colaboração, apoio e suporte em toda a construção deste projeto.

Não posso deixar de estender minha gratidão aos meus familiares e amigos, cujo apoio e colaboração foram fundamentais para a realização deste sonho. Em especial, aos coordenadores da EETEPA Doutor Celso Malcher e aos alunos, pelo cuidado e incentivo ao meu trabalho desenvolvido na escola. O ambiente acolhedor e propício ao aprendizado que encontrei na escola foi crucial para o desenvolvimento do meu trabalho, e por isso sou

imensamente grata. A cada um de vocês, meu sincero obrigado por fazerem parte desta jornada e por contribuírem para a realização deste importante marco em minha vida.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Francisco Nataniel Batista. Geodiversidade e Ensino de Geografia: Um Ensaio Metodológico. **Revista Equador**, v. 8, n. 2, p. 170-185, 2019.

ALVES, Janainne Nunes; FARIA, Bruno Lopes; LEMOS, Paulo Giovane Aparecido; COSTA, Claudiane Moreira; SILVA, Cleber Silva; OLIVEIRA, Ramony Maria da Silva Reis. Ciências na pandemia: uma proposta pedagógica que envolve interdisciplinaridade e contextualização. **Revista Thema**, v. 18, p. 184-203, ago. 2020.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução: Reto, L. A. São Paulo: Edições 70, ed. 1ª, 2016.

BEDIN, Everton. Filme, experiência e tecnologia no ensino de ciências ciências: uma sequência didática. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, p. 101-115, 2019.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. Inverta sua sala de aula: alcance todos os alunos de todas as turmas, todos os dias. **International Society for Technology in Education**, p.120-190, 2012.

BOELENS, Ruth; LAER, Stijn Van; WEVER, Bram De; ELEN, Jan. Blended learning in adult education: Towards a definition of blended learning. Project report. **Adult Learners Online**, 2015. Disponível em: < https://biblio.ugent.be/publication/6905076#downloads>. Acesso em: 10 mar. 2023.

BOLLELA, Valdes Roberto; CESARETTI, Mario Luís Ribeiro. Sala de aula invertida na educação para as profissões de saúde: conceitos essenciais para a prática. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.14, n. 1, p. 39-48, 2017.

BOTO, Carlota. António Nóvoa: uma vida para a educação. **Educação e Pesquisa (USP): São Paulo**, v. 44, e201844002003, 2018.

BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. Sala de aula invertida: recomendações e tecnologias digitais para sua implementação na educação. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 2, p. 11–21, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. **Anuário Mineral Brasileiro: principais substâncias metálicas / Agência Nacional de Mineração**; coordenação técnica de Karina Andrade Medeiros. – Brasília: ANM, 2023. 23 p.; il.

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

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Centro de Tecnologia Mineral. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Editor Maria Laura Barreto. Rio de Janeiro: CETEM; MCT, 2001. 216 p., il.

CAMARGO, Rafael; BEDIN, Everton. Inversão sob medida: uma fusão das metodologias Sala de aula invertida e Just-in-time teaching. **Debates em Educação**, v. 14, n. 36, p. 423-443, 2022.

COMISSÃO TEMÁTICA RECURSOS HÍDRICOS E MINERAIS – CTRHM. **Mineração: importância dos minerais para a sociedade moderna.** BRASÍLIA: Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. 2021. 35 p.

COSTA, Júlio Resende; BUENO, Alysson Helton Santos. Sala de aula invertida: possibilidades, limitações e desafios do Google Classroom no ensino remoto ou híbrido. **Concilium,** v. 22, n. 3, p. 343-373, 2022.

COSTA, Mauro; AZEVEDO, Rosa; PINO, José Del. Temas Geradores no ensino de ciências na educação de jovens e adultos. **Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 9, n. 19, p. 147-161, mai. 2017.

COPPETE, M. C. **Diários de bordo e ensaios pedagógicos: possibilidades para pensar a formação de professores na modalidade de educação a distância**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL HISTÓRIA DO TEMPO PRESENTE, 2, 2014, Florianópolis: UFSC, 2014.

DAMASCENO, Giselle Chagas. **Geologia, mineração e meio ambiente** / Giselle Chagas Damasceno. Cruz das Almas, BA: UFRB, 2017. 64p.; il.

DANTAS, Sulivan; MESQUITA, Davi; SILVA, Jefté. Alfabetização cartográfica no Ensino Fundamental: a retomada do processo pós ensino remoto emergencial. **Metodologias e Aprendizado**, v. 6, p. 247-255, 2023.

DATTEIN, Raquel Weyh.; PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina; MALESCZYK, Carla Polanczky. Reflexões sobre os Estudos de Ciência–Tecnologia–Sociedade (CTS) e Ciência–Tecnologia–Sociedade–Ambiente (CTSA), na Educação Básica e Superior. **Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora**, v. 1, n. 1, p. 13-24, 2022.

DOLABELA, Fernando; FILION, Louis Jacques. Fazendo revolução no Brasil: a introdução da pedagogia empreendedora nos estágios iniciais da educação. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, v. 2, n. 3, p. 134-181, 2013.

FALCÃO, Edgard Cerqueira de. **Obras científicas, políticas e sociais de José Bonifácio de Andrada e Silva.** Santos: Revista dos Tribunais, 1963.

FERNANDES, Isabel Marília Borges; PIRES, Delmina Maria; DELGADO-IGLESIAS, Jaime. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 4, p. 875-890, 2018.

FIDELIS, Lelise Francisca da Silva. **Ensino de Ciências com Abordagem CTS – elaboração e vivência de uma Sequência Didática com a temática mineração**. 2020. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2020.

FIGUEIREDO, Márcia Camilo; MENDES, Michel. CTSA no programa de residência pedagógica em ciências: subsídios formativos à docência. **HOLOS**, v. 39, n. 1, p. 1-18, 2023.

FIGUEIREDO, William Cristiano; SILVA, Adriele Tainá Ferreira; SANTIAGO, Beatriz Silva; SANTOS, Heloísa Glins; SOUZA, Jorge Raimundo Trindade. Sala de Aula Invertida: Possibilidade do Uso do Recurso Digital (Microsoft Sway) para o Desenvolvimento da Aprendizagem em Ciências Naturais. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 16, n. 16, p. 30-34, 2021.

FILHO, Edemar Benedetti; CAVAGIS, Alexandre Donizeti Martins; SANTOS, Karen Ouverney; BENEDETTI, Luzia Pires dos Santos. Um jogo de tabuleiro envolvendo conceitos de mineralogia no Ensino de Ciências. **Ciências Nova na Escola**, v. 43, n. 2, p. 167-175, 2021.

GARCIA, Rafael. **Cobre ao norte de Carajás**. Revista Pesquisa FAPESP, 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/cobre-ao-norte-de-carajas/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

GEOLOGYSCIENCE. **Minério de Ferro (Fe).** 2023. disponível em: <https://pt.geologyscience.com/minerais-de-minério/minério-de-ferro/>. Acesso em: 28 mai. 2023.

GEOSCAN. **Ouro no Brasil: Entenda como está a exploração desse minério.** 2022. Disponível em: <https://www.geoscan.com.br/blog/ouro-no-brasil/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

GERMANI, Darcy José. **A mineração no Brasil: relatório final.** Repositório Digital. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2002. Disponível em: <https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/5158>. Acesso em: 13 mar. 2023.

GIESE, Eduarda; FARIA, Fernanda Luiza; CRUZ JÚNIOR, José Wilmo. Mineropólio: uma proposta de atividade lúdica para o estudo do potencial mineral do Brasil no Ensino Médio. **Ciências Nova Na Escola**, v. 42, n. 3, p. 295-305, 2020.

HENRIQUE, Daniel Christian; CUNHA, Sieglinde Kindl. Práticas didático-pedagógicas no ensino de empreendedorismo em cursos de graduação e pós-graduação nacionais e internacionais. **RAM – Revista de Administração Mackenzie**, v. 9, n. 5, p. 112-136, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Economia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfbr/brasil>. Acesso em: 12 jan. 2023.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **A indústria da mineração - para o desenvolvimento do Brasil e a promoção da qualidade de vida do brasileiro**. Brasília: Profissionais do texto, 2014. 73p.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Mineração e meio ambiente: impactos previsíveis e formas de controle**. Belo Horizonte: IBRAM; 2 ed. rev.; nov. 1987. 59 p.

IMPEDOVO, Maria Antonietta; MALIK, Sufiana Khatoon. Aprendizagem profissional de professores-educadores paquistaneses por meio de um curso misto internacional. **Open Praxis,** v. 11, n. 2, p. 157–166, 2019.

JESUS, Christiany Pratissoli Fernandes; ROCHA, Sandra Mara Santana; PORTO, Paulo Sérgio da Silva. A educação CTS/CTSA como facilitador do processo de ensino e aprendizagem. **Kiri-Kerê - Pesquisa em Ensino**, v. 1, n. 12, p. 134-153, 30 jun. 2022.

JÓFILI, Zélia. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. **Universidade Católica de Pernambuco**, v. 2, n. 2, p. 191-208, dez. 2002.

KLEIN, Cornelis; DUTROW, Barbara. **Manual de Ciência dos Minerais**. 23 Ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 724 p.

LITTENBERG-TOBIAS, Josh; REICH, Justin. Avaliando acesso, qualidade e admissões invertidas em caminhos de graduação combinada baseados em MOOC: um estudo dos MicroMasters de gerenciamento da cadeia de suprimentos do MIT. **SocArXiv Papers**, 7 dez. 2018.

LORENZO, Robson; FONTE, Sandra Soares Della. **Indústria Cultural e Educação em Tempos "Pós-modernos"**. São Paulo: Papirus, 1ª edição, 2003. 112 p.

JAZIDA. **Manganês – depósitos minerais e aspectos econômicos no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://blog.jazida.com/manganes-depositos-minerais-e-aspectos-economicos-no-brasil/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MARQUES, Humberto Rodrigues; CAMPOS, Alyce Cardoso; ZAMALDE, André Luiz. Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. **Avaliação**, v. 26, n. 3, p. 718-741, 2021.

MARTINS, Ernane Rosa; GOUVEIA, Luís Manuel Borges. Sala de Aula Invertida com Auxílio do WhatsApp. **Anais da Escola Regional de Informática de Mato Grosso (ERI-MT),** 10., Cuiabá, 2019.

MARTINS, Ernane Rosa; GOUVEIA, Luís Manuel Borges; AFONSECA, Ulisses Rodrigues; GERALDES, Wendell Bento. Comparação entre o modelo da sala de aula invertida e o modelo tradicional no ensino de matemática na perspectiva dos aprendizes. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 522-530, 2019.

MARTINS, Olga Aparecida da Silva; SILVA, Marilene Rosa; ALMEIDA, Vinicius de Souza. Sala de Aula Invertida: Uma metodologia Ativa na Aprendizagem. **Ensino em Perspectivas**, v. 2, n. 2, p. 1–5, 2021.

MATTAR, **João. Metodologias ativas para a educação presencial, blended e a distância**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017.

MAXIMIANO, Flávio Antônio. Princípios para o currículo de um curso de Ciências. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 225-245, 2018.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. M. (2006). **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6ª ed., São Paulo.

MEYER, Ana Paula. **Ensino Híbrido: Método da Sala de Aula Invertida aplicada ao estudo**

das propriedades físicas dos minerais. 2022. Monografia (Pós-Graduação em Práticas Pedagógicas) – Instituto Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2022.

MILANEZ, Bruno; SANTOS, Rodrigo Salles Pereira. Neoextrativismo no Brasil? Uma análise da proposta do novo marco legal da mineração. **Revista Pós Ciências Sociais**, v. 10, n. 19, p. 119-148, 2013.

MIRANDA, Ana Carolina Gomes; PAZINATO, Maurícius Selvero; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. Temas geradores através de uma abordagem temática freireana: contribuições para o ensino de ciências. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n. 3, 73-92, 2017.

MINAYO, M.C.S. (2013). **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde** (13ª Ed). São Paulo, SP: Editora Hucitec.

MONTE JÚNIOR, Telmo Alexandre; SANTOS, Francisco Kennedy Silva. Metodologias ativas no Ensino Remoto Emergencial (ERE) em geografia. **Revista Ensino de Geografia**, v. 4, n. 3, p. 337–356, 2021.

MONTEIRO, Jair Curcino; CASTILHO, Weimar Silva; SOUZA, Wallysonn Alves. Sequência didática como instrumento de promoção da aprendizagem significativa. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 9, n. 1, 2021.

MORAIS, Agnes Priscila Martin; SOUZA, Priscila Franciely. Formação docente continuada: Ensino híbrido e sala de aula invertida como recurso metodológico para o aprimoramento do profissional de educação. **Devir Educação**, p. 10-32, 2020.

MOREIRA, Marli Duffles Donato. Ciências com sabor: uma experiência pedagógica de inovação e interdisciplinaridade. **Revista Ponto de Vista,** v. 10, n. 2, p. 01–15, 2021.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de ciências do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Ciências Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

NASCIMENTO, Nádia Socorro Fialho; SÁ; Maria Elvira Rocha; LEAL; Aluísio Lins; CARDOSO, Welson de Sousa. Produção mineral no estado do Pará e reflexos na (re)produção da miséria: Barcarena, Marabá e Parauapebas. **V Jornada Internacional de Políticas Públicas**, 5., São Luís/MA, 2011.

OLIVEIRA, Cristiano Braga; TRINDADE, Camyla Martins; SANTOS, Aline Gabriela; MOUTINHO, Pedro Estevão da Conceição. Perspectivas CTSA: análise do livro didático para o ensino de física. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 61637-61647, 2021.

OWSTON, Rony. Capacitando os alunos por meio do aprendizado combinado. **Revista Internacional sobre E-Learning**, v. 17 n. 1, p. 65-83, 2018.

PALMEIRA, Robson Lima; SILVA, Andrezza Araújo Rodrigues; RIBEIRO, Wagner Leite. As metodologias ativas de ensino e aprendizagem em tempos de pandemia: a utilização dos recursos tecnológicos na Educação Superior. **HOLOS**, v. 5, p. 1-13, 2020.

PEIXOTO, Amanda; FERREIRA, Diego; MATTOS, Irani. **Catálogo de minerais do**

laboratório de mineralogia. Fortaleza/CE - Universidade Federal do Ceará, 2016. Disponível em: <https://geologia.ufc.br/wp-content/uploads/2017/05/catalogo-mineralogia.pdf>. acesso em: 10 mar. 2023.

PEREIRA, Danilo Moura; SILVA; Gislane Santos. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, v. 7, n. 8, p. 152-174, 2020.

PEREIRA, Rômulo Jorge Batista; AZEVEDO, Marcia Mourão Ramos; SOUSA, Emilly Thaís Feitosa; HAGE, Adriane Xavier. Método tradicional e estratégias lúdicas no ensino de Biologia para alunos de escola rural do município de Santarém-PA. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 106-123, 2020.

RIBEIRO, Dayane Negrão Carvalho; LUCIO, Elizabeth Orofino; ALMEIDA, Ana Cristina Pimentel Carneiro. Abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e a perspectiva do estudo implicado no ensino de ciências: um olhar para a Amazônia brasileira. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 17, n. 39, p. 163-179, dez. 2021.

RODRIGUES, José Leonardo Martins; ROCHA, Clarisse Beltrão Rosas. Mangá e animê: um recurso para aprendizagem do ensino de ciências. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 14, n. 08, p. 65-85, ago. 2018.

SALES, Soenil Clarinda de; FERRAZ, Antônio de Fatimo; SANTOS; Marlene Rodrigues dos; SILVA, João Clarindo da; SILVA, Silza Aparecida da; GOMES, Olinete Sant'Ana; SILVA, Anastácia Maria Ferraz da; KEMER, Elizangela Dias. Ensino híbrido: o novo normal na educação em tempos de pandemia. **Políticas Públicas, Educação e Diversidade: uma compreensão científica do real**, v. 2, p. 202-211, 2021.

SANTOS, Breno Augusto. Recursos minerais da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 123-152, 2002.

SANTOS, Dayane Ferreira; PRUDÊNCIO, Christiana Andrea Vianna. O uso de sequências didáticas no ensino sobre microrganismos: uma revisão da literatura em periódicos e eventos nacionais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, p. 577-600, 2020.

SANTOS, Edilene Felix dos. Sala de aula invertida – desafios e possibilidades de aplicação. **Anais VI Congresso Nacional de Educação**, 6., Campina Grande: Realize Editora, 2019.

SANTOS, Fernanda Cordeiro; SOBRAL JUNIOR, Geraldo Alves Sobral. A Dimensão da Robótica Educacional Como Espaço Educativo. **Dialogia**, n. 34, p. 50-65, 2020.

SANTOS, Maria Cristina Borges dos. O ensino híbrido no contexto de uma APAE em tempos de pandemia da COVID-19. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 9, p. 315-329, 2022.

SANTOS, Rodrigo César de Vasconcelos dos. Contribuição do setor mineral no produto interno bruto brasileiro. **Radar,** v. 65, p. 33-36, 2021.

SANTOS, F. C.; SOBRAL JUNIOR, G. A. **A Dimensão da Robótica Educacional Como Espaço Educativo**. Dialogia, São Paulo, n. 34, p. 50-65, jan./abr., 2020.

SCHNEIDERS, Luís Antônio. **O método da sala de aula invertida (flipped classroom)**. Luís Antônio Schneiders – Lajeado: Ed. da Univates, 2018. 19 p.; il.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco; ANTUNES-SOUZA, Tiago. Proposições didáticas para o formador químico: A importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em ciências. **Ciências Nova**, v. 42, n. 8, p.947-954, 2019.

SIERRA, Luísa Natalia Parra. **Minerais em Kepler" Jogo Didático como Ferramenta no Ensino de Mineralogia: Perspectivas dos Alunos de Ensino Básico e Superior**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em ciências) - Instituto latino-americano de ciências da vida e da natureza, Foz do Iguaçu, 2022.

SILVA, Amanda Amorim da; DINIZ, Maria Daniele Coentro; JUNIOR, José Walter da Silva. A importância de educar na pluralidade cultural: desconstruindo preconceitos. **Anais VI Congresso Nacional de Educação**, 6., Campina Grande: Realize Editora, 2019.

SILVA, Brenno Ramy Teodósio da; VASCONCELOS, Ana Karine Portela; MOURA, Francisco Marcôncio Targino de. A Sala de Aula Invertida (SAI): uma experiência com o Ensino de Ciências para a 1ª série do Ensino Médio em uma escola da rede particular. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 6, 2021.

SILVA, Daguia de Medeiros; ARAÚJO, [s. n.]; FERREIRA, [s. n.]. Interdisciplinaridade: reflexões sobre práticas pedagógicas no ensino médio integrado. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 18, p. e8814-e8814, 2020.

SOUSA, Yuri Sá Oliveira. O Uso do Software Iramuteq: Fundamentos de Lexicometria para Pesquisas Qualitativas. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 21, n. spe, p. 1541-1560, 2021.

SOUZA, Andrezza Cristina da Silva Barros; DANTAS, Deyse de Souza; CUNHA, Juliana Tâmara Rodriguês da. Uma experiência de sala de aula invertida no ensino superior. **Anais V Congresso Nacional de Educação**, 5., Campina Grande: Realize Editora, 2018.

SOUZA, Bruna Costa de; VALADARES, Juarez Melgaço. O ensino de ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos. **Ciência e Educação**, v. 28, e22002, 2022.

SOUZA, Vicente Paulo de; LINS, Fernando Antonio Freitas. **Recuperação do ouro por amalgamação e cianetação: problemas ambientais e possíveis alternativos**. / V. P. de Souza e Fernando A. Freitas Lins. Rio de janeiro, CETEM/CNPq, 1989. 26 p.; il.

SPAZZIANI, Maria de Lourdes; RUMENOS, Nijima Novello; THOMÉ, Igor Miras. Educação Ambiental e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: possíveis interlocuções. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 12, n. 1, p. 229-251, 2022.

TEIXEIRA, Wilson; FAIRCHILD, Thomas Rich; TOLEDO, Maria Cristina Motta de; TAIOLI, Fabio. **Decifrando a Terra**. 2. Ed. – São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

UREL, David Éverton. Paulo Freire e os três momentos pedagógicos. **Scientia Naturalis,** v. 4, n. 1, p. 49–59, 2022.

VIECHENESKI, Juliana Pinto; CARLETTO, Marcia. Por que e para quê ensinar ciências para crianças. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 213-227, 2013.

WICANDER, Reed; MONROE, James. **Fundamentos de geologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

ANEXO A – PARECER COSUBSTANCIADO DO CEP

UEPA ¿ UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARÁ CAMPUS VIII - MARABÁ

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ENSINO DE CIÊNCIAS SOBRE METAIS A PARTIR DA CADEIA PRODUTIVA DE MINERAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA

Pesquisador: JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 65016322.0.0000.8607

Instituição Proponente: Universidade do Estado do Pará - Campus VIII

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.765.538

Apresentação do Projeto:

O projeto de dissertação visa construir uma sequência didática voltada aos metais no curso Técnico Segurança do Trabalho com ênfase na cadeia produtiva de minerais na Amazônia paraense. O objetivo principal desta pesquisa é construir uma sequência didática que
integre a matriz curricular do Curso Técnico em Segurança do Trabalho da Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará "Doutor Celso Malcher" voltado ao conteúdo de metais com ênfase nos minerais interligando com a cadeia produtiva de minerais na Amazônia paraense. Os procedimentos metodológicos, será utilizada a pesquisa-ação; coletas de dados por meio de observação do participante com registro em diário de bordo, entrevistas gravadas por meio de áudio e vídeo; análise dos conteúdos através de técnica de análise de conteúdo, demonstrada por meio de quadros, gráficos e esquemas representativos. O locus da pesquisa dois ambientes, sendo esses a EETEPA "Doutor Celso Malcher" e o Centro de Ciências e Planetário do Pará (CCPPA) da UEPA, ambos em Belém-PA, os participantes serão estudantes do(s) ensino(s) integrado e/ou subsequente do Curso "Técnico de Segurança do Trabalho", a partir do 2º semestre letivo de 2022, com faixa etária entre 13 e 18 anos, e que estejam desenvolvendo atividades acadêmicas presenciais.

Objetivo da Pesquisa:

Geral:

Endereço: Avenida Hiléia, s/nº ¿ Agrópolis do Incra
Bairro: AMAPA **CEP:** 68.502-100
UF: PA **Município:** MARABA
Telefone: (94)3312-2103 **E-mail:** cepmaraba@uepa.br

Elaborar uma sequência didática (SD) como estratégia de ensino de Ciências para os conceitos de Metais em aulas de Segurança do trabalho nas atividades Industriais e Mineral, num contexto amazônico, agregando Metodologia Ativa e TDIC, tendo como participantes da pesquisa estudantes do ensino técnico integrado de uma escola pública de Belém-PA.

ESPECÍFICOS

Apresentar aos estudantes do Ensinos Técnico Integrado e/ou Subsequente a estrutura de aulas baseadas em Metodologias Ativas utilizando a Sala de Aula Invertida, destacando seu papel como protagonista do processo de ensino-aprendizagem;

Criar roteiros de atividades teóricas e experimentais da sequência didática baseada em alguns metais encontrados no estado do Pará relacionando a segurança do trabalho nas atividades Industriais e Mineral utilizando a Sala de Aula Invertida para estudantes da Escola de Ensino Técnico "Doutor Celso Malcher".

Avaliar as possíveis contribuições que a sequência didática possibilita para o ensino e a aprendizagem de conceitos de Metais nas disciplinas de "Mineração" e "Segurança do trabalho nas atividades Industriais e Mineral" ;

Projetar uma sequência didática com todas as etapas teóricas e experimentais das atividades temáticas (produto educacional), para os professores de Ciências dos Ensinos Técnicos Integrado e/ou Subsequente, a fim de servir de apoio para o processo de ensino-aprendizagem sobre os conceitos de metais e segurança do trabalho.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Risco:

- Constrangimento relacionado a captura de imagens, vídeos e áudios: haverá forma de tratamento sempre respeitosa e consensual, estabelecimento de regras claras que o participante é autônomo para decidir sobre sua continuidade ou não no processo de coleta de dados.
- Desconforto em relação ao método de coleta, os participantes serão esclarecidos sobre sua livre decisão de participação. Também serão esclarecidos sobre aspectos éticos, assegurando-os que podem se recusar a participar em determinado momento, caso a etapa venha trazer aos mesmos, riscos de caráter moral, ético ou psíquico.
- Risco da perda de sigilo, os vídeos dos encontros nos ambientes virtuais (Google Meet) serão ser gravados, e posteriormente, baixados para minimizar qualquer risco de vinculação. Apenas os

pesquisadores terão acesso aos vídeos gravados com a intenção de transcrever os momentos de intervenção da pesquisa, somente as transcrições que serão analisadas.
- As identidades dos participantes serão preservadas com total confidencialidade por parte dos pesquisadores.

Benefícios:
Formação significativas aos estudantes das áreas tecnológicas e criação de novas estratégias de ensino de conteúdos curriculares dos cursos técnicos.

Produto Educacional: construção de uma sequência didática que auxilia tanto o educador como o educando em estratégias educativas para o ensino de Ciências Naturais na Amazônia e processo de ensino e aprendizagem em diversos contextos amazônicos.

Valorização da pesquisa científica para a formação de recursos humanos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
Pesquisa relevante; metodologia adequada aos objetivos propostos, riscos mínimos, benefícios máximos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Em conformidade.

Recomendações:
Ajustar o objetivo da pesquisa do projeto de igual modo com os documentos dos (TCLE; TALE; TCUISV).
Ao final do parecer tem informações importantes sobre o envio dos relatórios parcial e final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
Projeto aprovado com recomendação: Termo de Consentimento para Uso de Imagem e Som de Voz - TCUISV - necessário inserir o espaço para assinatura dos responsáveis legais para os participantes menor de 18 anos; Atualizar nome do Termo de Assentimento Livre e esclarecido - TALE e assinatura do participante.

Considerações Finais a critério do CEP:
61a Reunião ordinária do CEP/Marabá, realizada no dia 17 de novembro de 2022, por meio de

videoconferência.

ATENÇÃO: Relatório Parcial e Final

Os pesquisadores são responsáveis por anexarem a PLATBR, como notificação, os relatórios parcial (meados do projeto) e o final (até 60 dias após o seu término) relativos a seu projeto aprovado, com intuito de esclarecer que a pesquisa foi realizada em conformidade com os aspectos éticos (Resolução 466/2012, XI.2.d e Resolução 510/16, Art. 28, V). Mais informações, consulte o site do CEP/Marabá. https://paginas.uepa.br/campusmaraba/index.php/comite-de-etica/

Recesso do CEP/Marabá: de 01/01/2023 a 31/01/2023.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1994108.pdf	08/11/2022 14:05:47		Aceito
Brochura Pesquisa	PROJETOCOMPLETO.docx	08/11/2022 14:05:00	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ANEXO7aTERMODECONSENTIMENTOLIVREEESCLARECIDOTALE.pdf	08/11/2022 14:04:29	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Orçamento	10ORCAMENTO.pdf	07/11/2022 14:10:35	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	APENDICEERELATODEEXPERIENCIA.pdf	07/11/2022 14:10:03	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	APENDICEDFORMULARIOGUIAPARAAETAPADEAVALIACAODASSEQUENCIASDIDATICAS.pdf	07/11/2022 14:09:30	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	APENDICECQUESTIONARIODEAVALIACAODAMETODOLOGIADESALADEAULAINVERTIDA.pdf	07/11/2022 14:09:04	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	APENDICEBQUESTIONARIOSPARAETAPADEAVALIACAODOPRODUTOEDUCACIONALDOROTEIRODASSEQUENCIASDIDATICAS.pdf	07/11/2022 14:08:24	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	APENDICEA22SDTEMATICA.pdf	07/11/2022 14:07:55	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	APENDICEA21SDTEMATICA.pdf	07/11/2022 14:07:30	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito



UEPA ¿ UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARÁ CAMPUS VIII - MARABÁ



Continuação do Parecer: 5.765.538

Outros	APENDICEA12SDTEMATICA.pdf	07/11/2022 14:06:52	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	APENDICEA11SDTEMATICA.pdf	07/11/2022 14:06:19	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	ANEXO9TERMOCOMPROMISSOPARAUTILIZACAOEMANUSEIODEDADOSTCUDM.pdf	07/11/2022 14:05:16	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	ANEXO8bDECLARACAODECOORIENTACAO.pdf	07/11/2022 14:03:16	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	ANEXO8aDECLARACAODEORIENTACAO.pdf	07/11/2022 14:02:37	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Outros	ANEXO6TERMODEAUTORIZACAODEUSODEIMAGEMVOZESOM.pdf	07/11/2022 14:01:20	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	ANEXO5DECLARACAODECOMPROMISSODOPESQUISADORORIENTADOR.	07/11/2022 13:58:07	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	ANEXO4DECLARACAODECOMPROMISSODOPESQUISADORORIENTADOR.	07/11/2022 13:57:08	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	ANEXO3DECLARACAODECOMPROMISSODOPESQUISADOR1.pdf	07/11/2022 13:55:37	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	07/11/2022 13:54:02	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ANEXO2CARTADEACEITEDOPLANETARIO.pdf	07/11/2022 13:52:24	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ANEXO1CARTADEACEITEDAESCOLA.pdf	07/11/2022 13:51:10	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ANEXO7bTERMODECONSENTIMENTOLIVREEESCLARECIDOTCLEM.pdf	07/11/2022 13:50:15	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOCOMPLETO.pdf	07/11/2022 13:49:47	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	FOLHAROSTODAPLATAFORMABRASIL.pdf	07/11/2022 10:52:45	JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

UEPA ¿ UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARÁ CAMPUS VIII - MARABÁ

Continuação do Parecer: 5.765.538

MARABA, 20 de Novembro de 2022

Assinado por:
Daniela Soares Leite
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Hiléia, s/nº ¿ Agrópolis do Incra
Bairro: AMAPA **CEP:** 68.502-100
UF: PA **Município:** MARABA
Telefone: (94)3312-2103 **E-mail:** cepmaraba@uepa.br

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

ANEXO 7a- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TCLE

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO

Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para responsável legal por menor de 18 anos

(De acordo com a Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012 - Adultos ou pais ou responsáveis (maiores de 18 anos) de participantes menores de 18 anos)

Considerando a sua condição de responsável legal pelo(a) menor, apresentamos este convite e solicitamos o seu consentimento para que ele(a) participe da pesquisa intitulada "ENSINO DE CIÊNCIAS SOBRE METAIS A PARTIR DA CADEIA PRODUTIVA DE MINERAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA", cujo início será autorizado após aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII/Marabá. Esta é necessária uma vez que o CEP é o responsável por revisar todos os protocolos de pesquisa envolvendo seres humanos, cabendo-lhe a responsabilidade primária pelas decisões sobre a ética da pesquisa a ser desenvolvida na instituição, de modo a garantir e resguardar a integridade e os direitos dos voluntários participantes nas referidas pesquisas. Terá também papel consultivo e educativo, fomentando a reflexão em torno da ética na ciência, bem como a atribuição de receber denúncias e requerer a sua apuração.

A pesquisa será realizada pela professora Juliane Larissa Barbosa Santos, que é aluna do Programa de Pós-Graduação, e pelos pesquisadores: (i) orientador: Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal, docente efetivo da UEPA, lotado no Campus XX; e (ii) Co-orientadora: Profa. Dra.Vânia Lobo Santos Magalhães, docente efetiva da UEPA, lotada no Campus I. E desenvolverá diferentes atividades nas aulas de Teoria e Prática de Ensino de Química, participando da construção de experimentos norteados por um guia de atividades e respostas a questionários abertos e fechados para coleta de informações.

O objetivo do projeto é propor uma sequência didática integrada como estratégia de ensino de Ciências para os conceitos de Metais em aulas de Segurança do trabalho nas atividades Industriais e Mineral, num contexto amazônico, agregando Metodologia Ativa e TDIC'S, tendo como participantes da pesquisa estudantes do ensino técnico integrado do curso de Segurança do trabalho da EETEPA "Doutor Celso Malcher", Belém- PA.

Assim, sua colaboração vem no sentido de autorizar o menor de 18 anos sobre sua responsabilidade a participar de um projeto de intervenção didática, por meio de sequência didática, que terá como finalidade elaborar Roteiros Digitais de uma sequência didática pedagógica. Tendo em vista, o contexto de pandemia, somente poderão participar do projeto alunos vacinados com as duas ou mais doses da vacina contra COVID 19.

A pesquisa está estruturada em duas etapas de operacionalização com 9 (nove) encontros e duração total de 10 horas e 40 minutos, em que os participantes da pesquisa participarão das sequências didáticas: (i) "QuiMinerio Amazônico" – Propondo uma introdução a compreensão dos conceitos metal, mineral e minério (Duração: 4 encontros / 5 horas e 40 minutos); (ii) "Circuito Interativo: desvendando os segredos dos minerais" Exposição da constelação de Orion debatendo sua correlação com o contexto da Amazônia paraense e exposição dos Minérios como Recursos Naturais por meio de exposições no Centro de Ciências, aplicação de questionário (Duração: 5 encontros / 5 horas).

Quanto aos benefícios, a pesquisa pretende contribuir com o processo de aprendizado de conceitos científicos envolvendo a teoria da formação e morte de estrelas, metais, ligas metálicas, minerais e reações químicas, junto a estudantes do ensino técnico integrado do curso de Segurança do trabalho da EETEPA "Dr. Celso Malcher", Belém- PA. Por sua vez, também possibilitará o desenvolvimento de habilidades técnicas com aplicativos virtuais e dispositivos eletrônicos reais numa abordagem pedagógica que valoriza o trabalho em grupo, promovendo o pensamento

crítico-reflexivo e protagonista do processo de construção de conhecimentos do aluno com viés de discutir e propor soluções a problemas reais da região amazônica paraense.

Nessa perspectiva considera-se que o pesquisador também solicitará sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área da educação e publicar em revistas científicas nacionais e/ou internacionais. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto. Informamos que essa pesquisa buscará minimizar os riscos dos participantes se sentirem desconfortáveis durante sua participação, visto que, eles terão autonomia no desenvolvimento das atividades propostas para expressar suas ideias ou opiniões. Cabe ressaltar, que apenas o pesquisador e o orientador terão acesso aos vídeos gravados com a intenção de transcrever os momentos de intervenção da pesquisa, sendo somente as transcrições que serão analisadas.

Outros possíveis riscos são evidentes, prosseguindo com as orientações contidas nas Normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC nº 11, de 16 de fevereiro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS)/Ministério da Saúde (MS), estando o estudante exposto, mediante o uso de reagentes químicos, que podem ocasionar queimaduras, caso coloque qualquer membro do seu corpo nas partes em contato com a substância. Entretanto, estes riscos serão minimizados mediante o capítulo V desta resolução que destaca:

> Art. 57. O laboratório deve dispor de local, instalações, equipamentos e procedimentos de segurança e de proteção apropriados ao manuseio de agentes físicos, biológicos e químicos que impliquem em riscos ao meio ambiente, à segurança e à saúde do trabalhador.
> Art. 58. O laboratório deve dispor de um sistema atualizado de gerenciamento de riscos em biossegurança para todas as atividades com agentes de risco à saúde humana, animal e ao ambiente, incluindo o gerenciamento de resíduos, acessível ao pessoal que possa estar exposto a esses agentes.
> Art. 59. O laboratório deve avaliar, definir, documentar e sinalizar o nível de biossegurança dos ambientes e áreas, baseado nas
> atividades realizadas, equipamentos, instrumentos e agentes de risco envolvidos.
> Art. 60. O laboratório deve implantar procedimentos de biossegurança adequados aos níveis definidos.
> Art. 61. O laboratório deve prover, a todos os técnicos envolvidos, treinamento periódico nos procedimentos de biossegurança exigidos para o escopo analítico e instruções escritas e atualizadas desses procedimentos.
> Art. 62. O laboratório deve exigir e manter disponíveis os comprovantes atualizados de exames de saúde obrigatórios pela legislação trabalhista e os comprovantes de imunização necessários para o pessoal exposto a agentes de risco.

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar, estando à total disposição para os esclarecimentos, deixando meios de contato no TCLE que receberá. A qualquer momento, você poderá retirar o seu consentimento para que o(a) menor sob sua responsabilidade participe da pesquisa. Garantimos que não haverá coação para que o consentimento seja mantido nem que haverá prejuízo ao(à) menor sob sua responsabilidade. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos dados do(a) menor sob sua responsabilidade da pesquisa.

O(A) menor sob sua responsabilidade também poderá retirar seu assentimento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, ele(a) também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada na Escola Estadual Dr. Celso Malcher, e outra será fornecida a você.

Em caso de dúvidas poderei chamar os pesquisadores: (1) responsável/principal - Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal (orientador/pesquisador), pelos contatos telefônicos (91) 3412-2800 (institucional) ou (91) 9.9260-2275 (pessoal), ou e-mail jfpleal@uepa.br, ou presencialmente na UEPA/Campus XX, situada na Rua Pedro Porpino da Silva, 1181 - São José, Castanhal - PA, 68745-000; e/ou (2) Juliane Larissa Barbosa Santos, no telefone (91) 99155-7241, ou e-mail juliane.lsantos@aluno.uepa.br; e/ou (3) o CEP de Marabá/Campus VIII, situado na Av. Hiléia, s/n. Agrópoles do Incra-Amapá. Marabá-PA. Telefone: (94) 3312-2103. CEP: 68502-100. E-mail: cepmaraba@uepa.br

Declaro, na condição de responsável legal pelo(a) menor de idade, a concordância de sua participação nesse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Belém (PA), ____ de _____ de _____

Juliane Larissa Barbosa Santos
Pesquisadora responsável
Data: 20/09/2022

Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal
Pesquisador Principal / Orientador
Data: 20/09/2022

Profa. Dra. Vania Lobo Santos Magalhães
Pesquisador Principal / Co-Orientadora
Data: 20/09/2022

Eu, responsável legal pelo(a) menor _____, consinto na sua participação na pesquisa citada acima, após ter sido devidamente esclarecido.

_____
Assinatura do responsável pelo(a) participante da pesquisa

APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR (TALE)

ANEXO 7b- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TCLE

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO

Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) participante legalmente capaz - maior de 18 anos

(De acordo com a Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada "ENSINO DE CIÊNCIAS SOBRE METAIS A PARTIR DA CADEIA PRODUTIVA DE MINERAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA", cujo início será autorizado após aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII/Marabá. Esta é necessária uma vez que o CEP é o responsável por revisar todos os protocolos de pesquisa envolvendo seres humanos, cabendo-lhe a responsabilidade primária pelas decisões sobre a ética da pesquisa a ser desenvolvida na instituição, de modo a garantir e resguardar a integridade e os direitos dos voluntários participantes nas referidas pesquisas. Terá também papel consultivo e educativo, fomentando a reflexão em torno da ética na ciência, bem como a atribuição de receber denúncias e requerer a sua apuração.

A pesquisa será realizada pela professora Juliane Larissa Barbosa Santos, que é aluna do Programa de Pós-Graduação, e pelos pesquisadores: (i) orientador: Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal, docente efetivo da UEPA, lotado no Campus XX; e (ii) Co-orientadora: Profa. Dra.Vânia Lobo Santos Magalhães, docente efetiva da UEPA, lotada no Campus I. E desenvolverá diferentes atividades nas aulas de Teoria e Prática de Ensino de Química, participando da construção de experimentos norteados por um guia de atividades e respostas a questionários abertos e fechados para coleta de informações.

O objetivo do projeto é Propor uma sequência didática integrada como estratégia de ensino de Ciências para os conceitos de Metais em aulas de Segurança do trabalho nas atividades Industriais e Mineral, num contexto amazônico, agregando Metodologia Ativa e TDIC'S, tendo como participantes da pesquisa estudantes do ensino técnico integrado do curso de Segurança do trabalho da EETEPA "Doutor Celso Malcher", Belém- PA.

Assim, sua colaboração vem no sentido de autorizar o menor de 18 anos sobre sua responsabilidade a participar de um projeto de intervenção didática, por meio de sequências didáticas, que terá como finalidade elaborar um Roteiro Digital de uma sequência didática pedagógica. Tendo em vista, o contexto de pandemia, somente poderão participar do projeto alunos vacinados com as duas ou mais doses da vacina contra COVID 19.

A pesquisa está estruturada em duas etapas de operacionalização com 9 (nove) encontros e duração total de 10 horas e 40 minutos, em que os participantes da pesquisa participarão das sequências didáticas: (i) "QuiMinerio Amazônico" – Propondo uma introdução a compreensão dos conceitos metal, mineral e minério (Duração: 4 encontros / 5 horas e 40 minutos); (ii) "Circuito Interativo: desvendando os segredos dos minerais" Exposição da constelação de Órion debatendo sua correlação com o contexto da Amazônia paraense e exposição dos Minérios como Recursos Naturais por meio de exposições no Centro de Ciências, aplicação de questionário (Duração: 5 encontros / 5 horas).

Quanto aos benefícios, a pesquisa pretende contribuir com o processo de aprendizado de conceitos científicos envolvendo a teoria da formação e morte de estrelas, metais, ligas metálicas, minerais e reações químicas, junto a estudantes do ensino técnico integrado do curso de Segurança do trabalho da Escola Estadual "Dr. Celso Malcher", Belém- PA. Por sua vez, também possibilitará o desenvolvimento de habilidades técnicas com aplicativos virtuais e dispositivos eletrônicos reais numa abordagem pedagógica que valoriza o trabalho em grupo, promovendo o pensamento crítico-reflexivo e protagonista do processo de construção de

conhecimentos do aluno com viés de discutir e propor soluções a problemas reais da região amazônica paraense.

Nessa perspectiva considera-se que o pesquisador também solicitará sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área da educação e publicar em revistas científicas nacionais e/ou internacionais. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto. Informamos que essa pesquisa buscará minimizar os riscos dos participantes se sentirem desconfortáveis durante sua participação, visto que, eles terão autonomia no desenvolvimento das atividades propostas para expressar suas ideias ou opiniões. Cabe ressaltar, que apenas o pesquisador e o orientador terão acesso aos vídeos gravados com a intenção de transcrever os momentos de intervenção da pesquisa, sendo somente as transcrições que serão analisadas.

Outros possíveis riscos são evidentes, prosseguindo com as orientações contidas nas Normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC nº 11, de 16 de fevereiro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS)/Ministério da Saúde (MS), estando o estudante exposto, mediante o uso de reagentes químicos, que podem ocasionar queimaduras, caso coloque qualquer membro do seu corpo nas partes em contato com a substância. Entretanto, estes riscos serão minimizados mediante o capítulo V desta resolução que destaca:

> Art. 57. O laboratório deve dispor de local, instalações, equipamentos e procedimentos de segurança e de proteção apropriados ao manuseio de agentes físicos, biológicos e químicos que impliquem em riscos ao meio ambiente, à segurança e à saúde do trabalhador.
> Art. 58. O laboratório deve dispor de um sistema atualizado de gerenciamento de riscos em biossegurança para todas as atividades com agentes de risco à saúde humana, animal e ao ambiente, incluindo o gerenciamento de resíduos, acessível ao pessoal que possa estar exposto a esses agentes.
> Art. 59. O laboratório deve avaliar, definir, documentar e sinalizar o nível de biossegurança dos ambientes e áreas, baseado nas
> atividades realizadas, equipamentos, instrumentos e agentes de risco envolvidos.
> Art. 60. O laboratório deve implantar procedimentos de biossegurança adequados aos níveis definidos.
> Art. 61. O laboratório deve prover, a todos os técnicos envolvidos, treinamento periódico nos procedimentos de biossegurança exigidos para o escopo analítico e instruções escritas e atualizadas desses procedimentos.
> Art. 62. O laboratório deve exigir e manter disponíveis os comprovantes atualizados de exames de saúde obrigatórios pela legislação trabalhista e os comprovantes de imunização necessários para o pessoal exposto a agentes de risco.

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar, estando à total disposição para os esclarecimentos, deixando meios de contato no TCLE que receberá. A qualquer momento, você poderá retirar o seu consentimento para que o(a) menor sob sua responsabilidade participe da pesquisa. Garantimos que não haverá coação para que o consentimento seja mantido nem que haverá prejuízo ao(à) menor sob sua responsabilidade. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos dados do(a) menor sob sua responsabilidade da pesquisa.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada na Escola Estadual Dr. Celso Malcher, e outra será fornecida a você.

Em caso de dúvidas poderei chamar os pesquisadores: (1) responsável/principal - Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal (orientador/pesquisador), pelos contatos telefônicos (91) 3412-2800 (institucional) ou (91) 9.9260-2275 (pessoal), ou e-mail jfpleal@uepa.br, ou presencialmente na UEPA/Campus XX, situada na Rua Pedro Porpino da Silva, 1181 - São José, Castanhal - PA, 68745-000; e/ou (2) Juliane Larissa Barbosa Santos, no telefone (91) 99155-7241, ou e-mail juliane.lsantos@aluno.uepa.br; e/ou (3) o CEP de Marabá/Campus VIII, situado na Av. Hiléia, s/n. Agrópoles do Incra-Amapá. Marabá-PA. Telefone: (94) 3312-2103. CEP: 68502-100. E-mail: cepmaraba@uepa.br

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Belém (PA), _____ de _____ de _____

Juliane Larissa Barbosa Santos
Pesquisadora responsável
Data: 20/09/2022

Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal
Pesquisador Principal / Orientador
Data: 20/09/2022

Profa. Dra. Vania Lobo Santos Magalhães
Pesquisador Principal / Co-Orientadora
Data: 20/09/2022

Eu, _____, aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

_____
Assinatura do participante da pesquisa

APÊNDICE C - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

EETEPA
DR. CELSO MALCHER

EETEPA
ESCOLAS DE ENSINO TÉCNICO DO ESTADO DO PARÁ

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO SUPERIOR, PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA - SECTET
ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL DR CELSO MALCHER
EETEPA DR. CELSO MALCHER

PORTARIA Nº 44/2018 - SAEN
INEP 15540405

CARTA DE ACEITAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

Declaro em nome da escola, ETEPA Dr. Celso Malcher, ter conhecimento do projeto de pesquisa de título: **ENSINO DE CIÊNCIAS SOBRE METAIS A PARTIR DA CADEIA PRODUTIVA DE MINERAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA**, sobre a responsabilidade do Professor orientador JOSÉ FERNANDO PEREIRA LEAL, e sua orientadora JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS, tem como Co-orientadora: PROFA. DRA. VÂNIA LOBO SANTOS MAGALHÃES, ambos vinculado ao mestrado profissional em educação e ensino de ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará (UEPA), dando-lhes consentimento para realizar as atividades do referido projeto, nesta instituição de ensino, durante o período pré-estabelecido no cronograma do projeto.

Estou ciente e concordo com a publicação dos resultado encontrados.

Belém, 19 de outubro de 2022

Andrey Rabelo de Oliveira
Coordenador de Integração

APÊNDICE D - TERMO DE COMPROMISSO

ANEXO 3 - DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR 1

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ/CAMPUS VIII
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS - CEP - MARABÁ

DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR

Eu, Juliane Larissa Barbosa Santos, portador do RG 7791315 e CPF 011.181.782-03, pesquisador responsável do projeto de pesquisa intitulado "ENSINO DE CIÊNCIAS SOBRE METAIS A PARTIR DA CADEIA PRODUTIVA DE MINERAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA", comprometo-me a utilizar todos os dados coletados, unicamente, para o projeto acima mencionado, bem como:

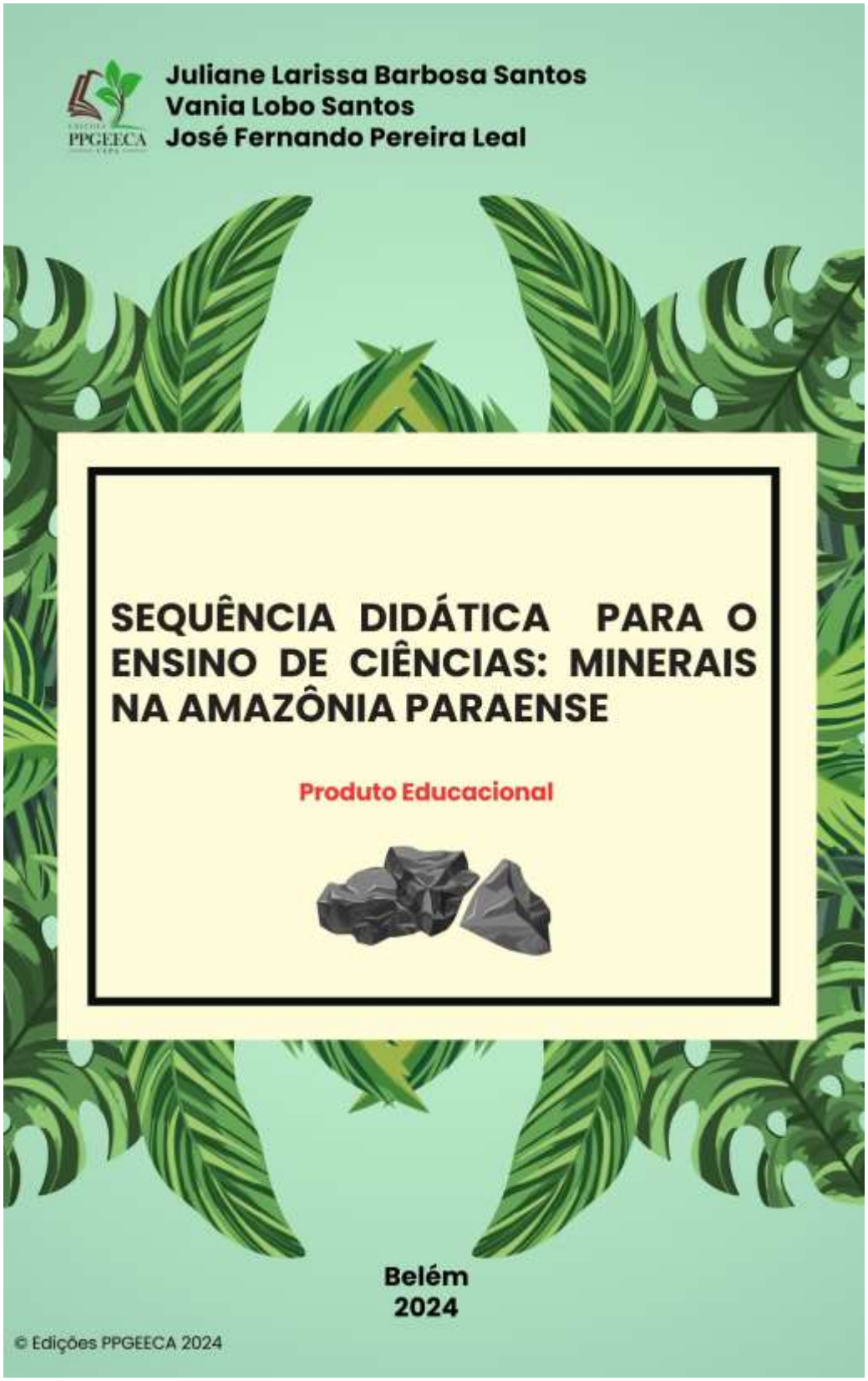
- Garantir que a pesquisa somente será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII/Marabá, respeitando assim, os preceitos éticos e legais exigidos pelas Resoluções vigentes, em especial a 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde;
- Desenvolver o projeto de pesquisa conforme delineado;
- Apresentar dados solicitados pelo CEP-Marabá ou pela CONEP a qualquer momento;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos participantes cujos dados serão coletados e estudados;
- Assegurar que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para a execução do projeto de pesquisa em questão;
- Assegurar que os resultados da pesquisa somente serão divulgados de forma anônima;
- Encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto;
- Justificar fundamentadamente, perante o CEP-Marabá ou a CONEP, a interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.
- Elaborar e apresentar os relatórios parciais e final ao CEP-Marabá;
- Manter os dados da pesquisa em arquivo, físico e/ou digital, sob minha guarda e responsabilidade, por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

Belém (PA), 31 de agosto de 2022

Professora de Ciências Naturais - Química
Juliane Larissa Barbosa Santos
Mestranda em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA)
[illegible] 3022101863

Juliane Larissa Barbosa Santos
Assinatura da Pesquisadora

APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL





PPG EECA UEPA
Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia

Centro de Ciências e Planetário do Pará
Universidade do Estado do Pará - UEPA

CCSE
UEPA

UEPA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ