



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CENTRO DE CIÊNCIAS INTEGRADAS - CCI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

MAYCO PEREIRA COIMBRA

**ANÁLISE DE CASOS SOBRE QUESTÕES SOCIOAMBIENTAIS DO TERRITÓRIO
TOCANTINENSE: UM ESTUDO FUNDAMENTADO NA PERSPECTIVA DA
EDUCAÇÃO CTS**

Araguaína/TO
2025

MAYCO PEREIRA COIMBRA

**ANÁLISE DE CASOS SOBRE QUESTÕES SOCIOAMBIENTAIS DO TERRITÓRIO
TOCANTINENSE: UM ESTUDO FUNDAMENTADO NA PERSPECTIVA DA
EDUCAÇÃO CTS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Norte do Tocantins, como requisito para a obtenção de título de mestre.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Linha de pesquisa: Processos de Ensino e Aprendizagem e suas Tecnologias no Ensino de Ciências e Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Karolina Martins Almeida e Silva

Araguaína/TO
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Geração de Ficha Catalográfica SGFC-UFNT
Gerado automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P436a Pereira Coimbra, Mayco .

Análise de Casos sobre Questões Socioambientais do Território Tocantinense: Um Estudo Fundamentado na Perspectiva da Educação CTS / Mayco Pereira Coimbra. - Centro de Ciências Integradas - CCI, TO, 2025.

123 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) (Pós-Graduação - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - PPGecim) -- Universidade Federal do Norte do Tocantins, 2025.

Orientadora: Karolina Martins Almeida e Silva.

1. Educação CTSA. 2. Questões Socioambientais. 3. Aspectos Sociocientíficos.

CDD 372.7

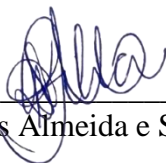
TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

MAYCO PEREIRA COIMBRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Norte do Tocantins, como requisito para a obtenção de título de mestre.

Data de aprovação: 21/10/2025

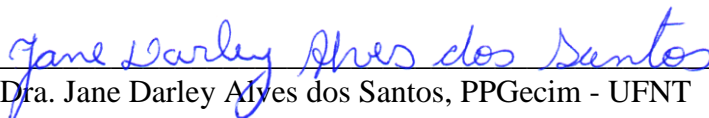
Banca Examinadora



Prof. Dra. Karolina Martins Almeida e Silva, PPGecim - UFNT



Prof. Dra. Patrícia Maria Martins Nápolis, PRODEMA - UFPI



Prof. Dra. Jane Darley Alves dos Santos, PPGecim - UFNT

Araguaína, 2025

A ciência pode nos dizer o que está acontecendo, mas não o que deveríamos fazer a respeito, pois isso depende amplamente do que valorizamos e de como pensamos sobre nossos valores.

James Garvey.

AGRADECIMENTOS

As mudanças pelas quais passamos em nossas vidas refletem em quem nós somos. Muitas vezes, os percursos pelos quais passamos não são tão fáceis como gostaríamos, mas aos poucos percebemos e entendemos que são necessários para que possamos evoluir! Evoluir como pessoas, como filhos, como amigos e como profissionais. Constantemente evoluímos, e essa evolução nos torna quem somos hoje.

O caminho pelo qual passei para estar aqui não foi trilhado sozinho e tão pouco o poderia fazê-lo só, nessa jornada que escolhemos encontramos uma nova família e amigos dispostos a nos apoiar, orientar e nos conduzir à luz do conhecimento.

Neste momento de tão grande felicidade e sentimento de realização não poderia deixar de apresentar meus sinceros agradecimentos a instituição de ensino UFNT, que gentilmente me acolheu em suas salas, laboratórios e espaços de convivência, proporcionando momentos de muito aprendizado. Agradeço aos licenciandos que acreditaram na proposta do minicurso e contribuíram com os resultados desta pesquisa.

Agradeço (*in memoriam*) ao professor Gecilane, que com seu modo único de ensinar nos mostrou a arte da docência, inesquecível e admirado por todos partiu precocemente, mas, nos deixou um legado, o PPGecim, que agora mais uma vez nos acolhe, não como alunos de graduação, mas sim, como profissionais da educação, que atuam nos mais diversos contextos e realidades, e que encontram no programa uma nova oportunidade de contribuir mais ainda com a educação brasileira.

Agradeço às professoras Dra. Patrícia Nápolis e Dra. Jane Darley pela disponibilidade em realizar a leitura do trabalho, suas considerações foram valiosas para meu aprofundamento teórico e para as análises desta pesquisa.

Agradeço a professora Dra. Karolina Martins Almeida e Silva pelas orientações e dedicação que teve durante este percurso, que sem dúvidas irá refletir significativamente em minha trajetória profissional.

Agradeço aos meus pais, Antônio e Carmelita, à minha irmã, grandes incentivadores nessa trajetória acadêmica! aos meus amigos que me fizeram companhia nessa caminhada e tornou momentos difíceis em momentos agora superados, mas, de uma certa forma inesquecíveis.

RESUMO

Atualmente, discussões relacionadas às Questões Socioambientais (QSA) vem sendo cada vez mais evidenciadas e tornando-se alvo de grandes debates midiáticos em todos os campos e complexidades. Abordagens no contexto educacional que corroborem com as discussões à respeito das atividades antrópicas e as relações com as problemáticas ambientais tendem a promover compreensões mais críticas sobre as consequências advindas de tais interações. Nesse sentido, intervenções voltadas para a capacitação de professores na formação inicial, a fim de que possam desenvolver situações de ensino-aprendizagem direcionadas à abordagem das QSA, se tornam fundamentais para um ensino que objetive promover o protagonismo dos estudantes, e o desenvolvimento de habilidades e valores indispensáveis para tomada de decisões sobre as problemáticas ambientais. Considerando o ensino das QSA como uma estratégia profícua para o desenvolvimento de um olhar crítico sobre as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais, a proposta de pesquisa foi balizada considerando o desenvolvimento de um curso sobre a elaboração de Casos para análise de problemáticas ambientais referentes ao território tocantinense. Sendo assim, questionou-se: como os participantes compreendem as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais? Deste modo, a presente pesquisa teve por objetivo analisar, na perspectiva da ECTS, como as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais são abordadas pelos participantes de um curso de elaboração de Casos para o estudo de QSA. Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, do tipo estudo de caso, desenvolvida por meio de uma proposta de intervenção com foco na análise de casos elaborados pelos participantes. Evidenciou-se que os temas escolhidos abarcam as inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (Ambiente) com potencial para discussões de controvérsias socioambientais, visto que envolvem discussões sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e problemas ambientais relacionados aos aspectos econômicos, políticos, culturais e éticos. Além disso, os casos elaborados pelos participantes apresentam encaminhamentos didáticos-pedagógicos que constituíram o Quadro de Referência (QR) para estudo da QSA, especificados a partir dos questionamentos orientadores e dos objetivos de ensino conceitual, procedimental e atitudinal, entendidos como indicadores para o desenvolvimento das capacidades de tomada de decisão.

Palavras-chaves: Educação CTSA; Questões Socioambientais; Aspectos Sociocientíficos; Contextualização; Tocantins.

ABSTRACT

Currently, discussions related to Socio-Environmental Issues (SEI) have been increasingly highlighted and have become the focus of major media debates across all fields and levels of complexity. Approaches in the educational context that support discussions regarding human activities and their relationships with environmental problems tend to promote more critical understandings of the consequences arising from such interactions. In this sense, interventions aimed at training teachers during initial education, so that they can develop teaching–learning situations focused on addressing SEI, become essential for education that seeks to promote student protagonism and the development of skills and values indispensable for decision-making regarding environmental issues. Considering the teaching of SEI as a productive strategy for developing a critical perspective on the relationships between scientific-technological production and environmental problems, the research proposal was guided by the development of a course on the creation of Cases for analyzing environmental issues specific to the Tocantins region. Thus, the following question was posed: how do participants understand the relationships between scientific-technological production and environmental problems? Accordingly, the present study aimed to analyze, from the STSE perspective (Science-Technology-Society-Environment), how the relationships between scientific-technological production and environmental problems are addressed by participants in a course on the development of Cases for the study of SEI. This is a qualitative research study, of the case study type, developed through an intervention proposal focused on the analysis of cases elaborated by the participants. It was evident that the chosen themes encompass the interrelationships between Science-Technology-Society (Environment) with potential for discussions of socio-environmental controversies, since they involve discussions about scientific-technological development and environmental problems related to economic, political, cultural, and ethical aspects. Furthermore, the cases developed by the participants present didactic-pedagogical approaches that constituted the Reference Framework (RF) for the study of SEI, specified based on guiding questions and on conceptual, procedural, and attitudinal teaching objectives, understood as indicators for the development of decision-making capacities.

Keywords: STSE Education; Socio-environmental Issues; Socio-scientific Aspects; Contextualization; Tocantins.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Referenciais teóricos-metodológicos da proposta de intervenção.....	47
Figura 2.	Localização do estado do Tocantins, Brasil.....	58
Figura 3.	Orientações para a execução da dinâmica.....	61
Figura 4.	Exposição dos documentários.....	62
Figura 5.	Produção dos Cartazes.....	63
Figura 6.	Exposição dos cartazes.....	64
Figura 7.	Organização dos grupos para a elaboração dos casos e do quadro de referência.....	69
Figura 8.	Apresentação do Grupo 1 sobre o caso “O rio, a barragem e o menino”.....	72
Figura 9.	Apresentação do Grupo 2 sobre o caso “Queimadas, apague essa idéia”..	76
Figura 10.	Apresentação do Grupo 3 sobre o Caso “Os desafios dos ribeirinhos”	79
Figura 11.	Apresentação do Grupo 4 sobre o Caso “Economicamente favorável ou socioambientalmente aceitável?”	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Protocolo de Estudo de Caso para realização da pesquisa.....	44
Quadro 2.	Considerações sobre os 3MP para a realização da proposta de intervenção.....	55
Quadro 3.	Objetivos dos encontros da proposta de intervenção.....	56
Quadro 4.	Conteúdos abordados nos encontros do curso “Abordagem de QSA por meio do Estudo de Casos controversos”	59
Quadro 5.	Questionamentos orientadores para observação dos documentários.....	62
Quadro 6.	Temáticas ambientais escolhidas pelos participantes do curso, considerando o território tocantinense.....	65
Quadro 7.	ASC identificados pelos participantes sobre o Caso “O rio, a barragem e o menino”	74
Quadro 8.	Quadro de referência elaborado pelos participantes para estudo do Caso “O rio, a barragem e o menino”.....	75
Quadro 9.	ASC identificados pelos participantes sobre o Caso “Queimadas: apague essa ideia”	77
Quadro 10.	Quadro de referência elaborado pelos participantes para estudo do Caso “Queimadas, apague essa ideia”	78
Quadro 11.	ASC identificados pelos participantes sobre o Caso “Os desafios dos Ribeirinhos”.....	80
Quadro 12.	Quadro de referência elaborado pelos participantes para estudo do Caso “Os desafios dos ribeirinhos”.....	82
Quadro 13.	ASC identificados pelos participantes sobre o Caso “Economicamente favorável ou socio-ambientalmente aceitável?”	83
Quadro 14.	Quadro de referência para estudo do Caso 4 “Economicamente favorável ou socio-ambientalmente aceitável?”	84
Quadro 15	Trechos que indicam possibilidades para discussões sobre as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais retirados dos casos elaborados pelos participantes.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC - Alfabetização Científica

AT - Abordagem Temática

ASC - Aspectos Sociocientíficos

ATD - Análise Textual Discursiva

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

C&T - Ciência e Tecnologia

CTSA - Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente

CTS - Ciência-Tecnologia- Sociedade

DCT – TO - Documento Curricular do Território do Tocantins

EA - Educação Ambiental

EC - Estudo de Caso

ECTS - Educação em Ciências-Tecnologia-Sociedade

IFTO - Instituto Federal do Tocantins

PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PBL - Problem Based Learning

PRP - Programa de Residência Pedagógica

PPGecim - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

QR – Quadro de Referência

QSA - Questões Socioambientais

QSC - Questões Sociocientíficas

RD - Residência Pedagógica

UFNT - Universidade Federal do Norte do Tocantins.

UFT - Universidade Federal do Tocantins

SUMÁRIO

1. CAMINHOS QUE REVELAM A PROPOSTA DA PESQUISA.....	12
1.1 A relação das experiências formativas com as questões ambientais.....	13
1.2 Problematizando as Questões Socioambientais como tema da pesquisa.....	14
1.3 Questionamento orientador e objetivos da pesquisa.....	17
1.4 Organização da dissertação.....	18
2. EDUCAÇÃO CTS E QUESTÕES SOCIOAMBIENTAIS.....	20
2.1 Do movimento CTS às Questões Sociocientíficas.....	20
2.2 Questões Sociocientíficas com foco na dimensão ambiental.....	28
2.3 Fundamentos didáticos-pedagógicos para as Questões Socioambientais.....	31
2.3.1 <i>Abordagem Temática (AT)</i>	35
2.3.2 <i>Três Momentos Pedagógicos (3MP)</i>	37
2.3.3 <i>Estudo dos Aspectos Sociocientíficos (ASC)</i>	39
3. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	42
3.1 Tipo de pesquisa “Estudo de Caso”.....	42
3.2 Características teórico-metodológicas da intervenção pedagógica.....	45
3.3 Delineamento da Proposta.....	47
3.3.1 <i>O método de elaboração de Casos para abordagem de QSA</i>	48
3.3.2 <i>Questões Orientadoras</i>	50
3.3.3 <i>Objetivos de Aprendizagem</i>	51
3.4 Os 3 Momentos Pedagógicos e a organização da proposta de intervenção.....	54
4. ABORDAGEM DE QSA POR MEIO DE CASOS CONTEXTUALIZADOS.....	57
4.1 Localização geográfica e contexto sociocultural do Tocantins.....	57
4.2 Os Encontros.....	59
4.2.1 <i>Bloco I: Introdução às QSA</i>	60
4.2.2 <i>Bloco II: Base Teórica para a compreensão das QSA</i>	65
4.2.3 <i>Bloco III: Apropriação dos Conhecimentos</i>	68
4.3 Os Casos.....	70
4.3.1 <i>“O rio, a barragem e o menino”</i>	72
4.3.2 <i>“Queimadas: apague essa ideia”</i>	76
4.3.3 <i>“O desafio dos Ribeirinhos”</i>	79
4.3.4 <i>“Economicamente favorável ou socioambientalmente aceitável?”</i>	82
4.4 Relações entre produção científico-tecnológica e as QSA.....	85
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
6. REFERÊNCIAS.....	99
APÊNDICES.....	111
Apêndice A – Termo de Consentimento Livre Esclarecido.....	111
Apêndice B – Declaração do Participante.....	113
Apêndice C – Autorização de Imagem.....	114
Apêndice D – Plano de Aulas.....	115
Apêndice E – Questionário de inscrição.....	120
Apêndice F – Elementos necessários para a elaboração de casos.....	122

1. CAMINHOS QUE REVELAM A PROPOSTA DA PESQUISA

Ao defender a importância/necessidade de se abordar situações de ensino-aprendizagem que abarcam as problemáticas ambientais, me questiono: “Que lugar ocupa o estudo de temáticas ambientais no contexto da formação de professores?” “A formação inicial de professores nos promove uma leitura crítica e prática sobre as questões ambientais no ensino de Ciências e Biologia?” Ou ainda, “É possível, na educação básica, realizar uma abordagem crítica sobre as problemáticas ambientais diante do currículo atual? Tais inquietações me levaram às reflexões sobre a minha própria formação docente.

Durante o processo da graduação, experienciei situações formativas que contribuíram para que meu olhar sobre a educação focada nas questões ambientais se direcionasse a uma perspectiva de análise apoiada no estudo dos aspectos econômicos, políticos, socioculturais, éticos e morais, os quais pudessem problematizar a relação do ser humano, da produção científico-tecnológica e os impactos ambientais.

Pensar sobre a abordagem das problemáticas ambientais no contexto escolar, me remete às considerações de Freire (2000) sobre a prática docente libertadora a destacar a necessidade que assumas:

[...] o dever de **lutar pelos princípios éticos mais fundamentais como do respeito à vida dos seres humanos, à vida dos outros animais, à vida dos pássaros, à vida dos rios e das florestas.** A ecologia ganha uma importância fundamental neste fim de século. **Ela tem de estar presente em qualquer prática educativa de caráter radical, crítico ou libertador** (Freire, 2000, p. 67, grifo meu).

A citação de Freire (2000), me motiva assumir a docência com responsabilidade, ou seja, que assume a realidade vivenciada pelos estudantes como ponto de partida para mudanças possíveis, que seja provocativa, proporcione situações que os estudantes sejam protagonistas da sua aprendizagem e que, sobretudo, contribua com a formação de cidadãos socioambientalmente responsáveis, que preservem o meio ambiente para gerações do presente e futuro.

Nessa perspectiva, acredito que a abordagem das QSA, devido à sua natureza complexa, representa um desafio significativo a ser enfrentado. Além das orientações curriculares recomendarem a realização de uma abordagem temática que inclua análises interdisciplinares, problematizadas e contextualizadas sobre as QSA, o contexto da formação inicial e continuada dos professores também se revela um espaço desafiador.

Isso se deve à necessidade de preparar os professores para lidarem com essas questões de forma crítica e eficaz, garantindo que possam integrar esses temas de maneira relevante em suas práticas pedagógicas.

Frente a essas breves considerações, apresentamos nas descrições que se seguem, alguns fatores que delinearão a proposta da pesquisa, indicando por sua vez, a motivação da escolha do tema, a problemática e os objetivos. Finalizamos esse capítulo com a descrição sobre a organização dos capítulos da dissertação.

1.1 A relação das experiências formativas com as questões ambientais

A proposta de pesquisa apresentada nesta dissertação de mestrado é resultante das experiências advindas da minha trajetória no curso de Licenciatura em Biologia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), somada às adquiridas durante a minha formação continuada, ou seja, especialização e, agora no processo da Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Norte do Tocantins (PPGecim - UFNT).

Durante a minha graduação, tive a oportunidade de participar de programas institucionais que ressignificaram minha visão sobre a docência. Como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), subprojeto Biologia do *Campus* de Araguaína - UFT, pude compreender a importância de um ensino humanizado, da realização de abordagens problematizadas e contextualizadas, do protagonismo dos estudantes, bem como sobre a avaliação contínua em relação aos processos de ensino-aprendizagem.

Cabe mencionar também a participação no Programa de Residência Pedagógica (PRP-UFT), o qual pude exercer as atividades em conjunto com o Estágio Curricular Supervisionado tive a oportunidade de vivenciar o contexto escolar enquanto estudava referenciais teóricos e metodológicos relacionados à Educação e ao Ensino de Ciências e Biologia. Esse processo foi fundamentado na reflexão crítica sobre a prática, permitindo experiências significativas sobre a relação teoria-prática.

As experiências provenientes das minhas participações no PIBID e PRP contribuíram com o meu entendimento sobre o ensino de Ciências e Biologia. Somadas a essas situações formativas, ao cursar as disciplinas da graduação, inquietudes relacionadas às temáticas ambientais sempre me chamaram a atenção, especialmente sobre a relação dos temas ambientais com os conteúdos específicos de Biologia.

Ainda, no âmbito do PIBID-Biologia, pude desenvolver em conjunto com a professora supervisora e os demais colegas bolsistas, uma sequência didática com o tema gerador “Mudanças Climáticas Globais” em específico sobre as atividades antrópicas no Bioma Cerrado. Nessa sequência, utilizamos o “Diário de Bordo” como estratégia avaliativa das atividades realizadas durante as aulas. Esse estudo se tornou tema de pesquisa do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)¹.

Motivado em pesquisar algo referente às temáticas ambientais, em 2019, ingressei na especialização em Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, do Instituto Federal do Tocantins (IFTO - *Campus* de Araguaína). A pesquisa teve por objetivo desenvolver um jogo pedagógico direcionado à Educação Ambiental sobre problemáticas ambientais identificadas na cidade de Araguaína – TO².

Nesse caminho, como mencionado nas palavras acima, considerando a formação inicial e continuada, percebo que temas e conceitos relacionados às QSA sempre despertaram meu interesse. Agora, já no percurso do mestrado, tenho aprofundado meu entendimento sobre tais questões a partir dos estudos sobre os pressupostos da Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (ECTS).

1.2 Problematizando as Questões Socioambientais como tema da pesquisa

Com o passar dos anos, novas tecnologias e o desenvolvimento de outros modelos de produção de bens, serviços e produtos de uma forma geral mudaram a maneira como a sociedade interage com o meio ambiente em que vive. O consumo exagerado e desprovido de um senso crítico, está relacionado ao modelo de produção, e, sabe-se que seus processos podem, de alguma, forma interagir negativamente no modelo de sustentabilidade³ (Boff, 2017).

¹ O TCC foi defendido em Junho de 2022, intitulado “Questões Socioambientais no ensino de Biologia: Diários de Bordo como estratégias avaliativas” orientado pela profa. Dra. Karolina Martins Almeida e Silva.

² Trabalho da especialização intitulado “Jogos Didáticos como Recurso Pedagógico no Ensino da Educação Ambiental no Município de Araguaína – TO” orientado pela profa. Me. Sara José Soares. Acesso: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/692693.pdf>.

³ Apoiados na definição de Boff (2017), consideramos que a compreensão de sustentabilidade não se aplica apenas ao crescimento/desenvolvimento, como é predominante nos tempos atuais, mas abarca todos os territórios da realidade que vão das pessoas tomadas individualmente, às comunidades, à cultura, à política, à indústria, às cidades e principalmente ao Planeta Terra com seus ecossistemas. Sustentabilidade é um modo de ser e de viver que exige alinhar as práticas humanas às potencialidades limitadas de cada bioma e às necessidades das presentes e futuras gerações.

Cabe nesse sentido, problematizar a maneira como os seres humanos interferem no meio em que habitam e, sinalizar deste modo, uma visão crítica sobre a capacidade de enfrentamento e solução das problemáticas ambientais. Nesse caminho, entendemos que esta visão deverá estar fundamentada na compreensão crítica sobre as relações entre a produção científico-tecnológica e o meio ambiente a partir do estudo de aspectos históricos, políticos, econômicos, socioculturais, éticos e morais - compreendidos como Aspectos Sociocientíficos (ASC), indicando uma possibilidade de identificar os condicionantes das QSA (Santos, 2009; Silva; Maciel, 2018; Conrado et al., 2012; Andrade; Nunes-Neto; Almeida, 2018).

É fundamental que as QSA sejam contextualizadas e situadas em suas dimensões sócio-históricas e culturais, pois ao analisar como os ASC influenciam os desdobramentos ambientais, tanto no contexto global quanto especificamente no Brasil, conseguimos compreender as diversas perspectivas que são adotadas em contextos políticos diferentes, por exemplo. Essa abordagem nos permite uma visão mais ampla e crítica sobre inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (Meio Ambiente) - CTS.

O consumo irracional dos recursos naturais e suas consequências, a poluição dos ecossistemas aquáticos, desmatamentos, queimadas, descarte inadequado de resíduos sólidos, e a emissão de gases poluentes por fábricas e usinas que refletem diretamente nas mudanças climáticas globais, são exemplos clássicos das problemáticas ambientais mais evidenciados pela mídia na atualidade e que tem interferido diretamente na qualidade de vida das populações em várias partes do mundo.

Frente a isso e considerando a importância/necessidade de se abordar as QSA no contexto educativo com a finalidade de se promover discussões críticas sobre a relação do ser humano com a natureza, defendemos um ensino de Ciências e Biologia que permita aos estudantes a possibilidade de reconhecer a importância da preservação ambiental, do consumo consciente e ainda, que promova o desenvolvimento das capacidades para a tomada de decisões sustentáveis.

Nesse viés, a Educação Ambiental é apontada como uma abordagem para o alcance das habilidades e competências no que se refere ao desenvolvimento da consciência ambiental. Para Loureiro (2003), a Educação Ambiental não tem a finalidade de reproduzir e dar sentido universal a valores de grupos dominantes, impondo condutas, mas de estabelecer processos práticos e reflexivos que levem à apropriação de valores que possam ser entendidos e aceitos como favoráveis à sustentabilidade, à justiça social e à preservação da vida como um todo.

Sendo assim, para o alcance desse objetivo, devemos considerar que a abordagem das QSA não se restrinja à transmissão de conhecimentos sobre ambiente em uma perspectiva meramente informativa, mesmo sendo um fator a se considerar. Conforme aponta Reigota (2002), a abordagem das questões ambientais visa promover não somente a consciência sobre o uso racional dos recursos naturais, mas sobretudo, a participação dos cidadãos nas discussões e decisões que envolvem tais questões.

A formação de estudantes em processos de tomada de decisão sobre as QSA não se trata de uma atividade simples, visto que denota de conhecimentos científicos indispensáveis à apropriação destes sobre as questões em foco. Além disso, envolve o estudo de teorias, leis, as potencialidades e os limites da ciência; capacidades de pensamento crítico; tomada de decisões e resolução de problemas; atitudes e valores úteis à avaliação das dimensões ética e moral da ciência e da tecnologia; e vontade e confiança para lidarem com assuntos científicos (Reis, 2007; Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Ainda sobre a educação/ensino pautados em princípios que promovam a compreensão crítica de QSA no ensino de Ciências e Biologia, ou seja, fundamentados em uma abordagem problematizadora, contextualizada que relacione com o estudo dos ASC, consideramos evidenciar alguns fatores primordiais: 1) Orientações curriculares oficiais que assegurem a inserção e abordagem das QSA no currículo de todos os níveis e modalidades de ensino; 2) Flexibilidade curricular considerando a abordagem de temas, em que os conteúdos disciplinares sejam balizados para a análise de QSA, considerando sua natureza multi e interdisciplinar; 3) Formação inicial e continuada de professores que contribuam para a compreensão da natureza conceitual e procedimental das QSA e; 4) Abordagem de metodologias ativas, em que os estudantes sejam protagonistas do processo, tais como: projetos interdisciplinares, estudo de casos problematizados e contextualizados, estudo do meio, análise de informações científicas, dentre outros.

Entendemos que a abordagem de QSA possui uma natureza conceitual complexa e assume encaminhamentos diversos de acordo com o foco, o objetivo e as áreas que pretendem abarcar. Portanto, conscientes dessa consideração, nos propusemos delimitar alguns fatores que entendemos ser preponderantes para problematizar a abordagem das QSA no ensino de Ciências e Biologia, indicando no tópico a seguir os questionamentos e objetivos da pesquisa.

1.3 Questionamento orientador e objetivos da pesquisa

Para a abordagem de temas direcionadas às QSA, é importante que os professores se apropriem de estratégias de ensino que possibilitem aos estudantes relacionarem os conhecimentos científicos ao contexto em que estejam inseridos, buscando sobretudo as relações com questões sociais, econômicas, políticas, culturais e filosóficas, de modo que contribuam de forma significativa com o desenvolvimento de capacidades reflexivas sobre as relações entre os seres humanos e o meio ambiente. Além disso, cabe mencionar que tais estratégias visam sobretudo promover a ressignificação de atitudes e valores.

A inclusão de temas relacionados às QSA no currículo para o ensino de Ciências e Biologia pode promover a formação de cidadãos mais conscientes e preparados para atuar em um mundo em constante transformação. Essa abordagem permite uma melhor compreensão das problemáticas ambientais, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico, a resolução de problemas e a capacidade de enfrentar situações complexas.

Nesse contexto, intervenções voltadas para a capacitação de professores, a fim de que possam desenvolver situações de ensino-aprendizagem direcionadas à abordagem das QSA, se tornam fundamentais para um ensino que objetive promover a conscientização e a reflexão crítica dos estudantes sobre as problemáticas ambientais.

Assim, fundamentados na perspectiva da ECTS, e também apoiados nas considerações de Sá e Queiroz (2010; 2016) sobre o método de Estudo de Casos (EC) em uma perspectiva problematizadora e contextualizada, considerando o ensino das QSA como uma estratégia profícua para o desenvolvimento de um olhar crítico sobre as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais, balizamos nossa proposta de pesquisa considerando o seguinte questionamento: A partir do desenvolvimento de um curso sobre a elaboração de Casos para análise de problemáticas ambientais locais, como os participantes compreendem as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais? Diante do questionamento orientador, os objetivos de pesquisa estabelecidos foram:

Objetivo geral: Analisar, na perspectiva da ECTS, como as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais são abordadas pelos participantes de um curso de elaboração de Casos para o estudo QSA.

Objetivos específicos: 1) Elaborar um quadro de referência teórico-metodológico para subsidiar propostas para o ensino de QSA, considerando os pressupostos da ECTS;

2) Identificar quais ASC são abordados nos EC produzidos pelos participantes para compreender como são direcionados os estudos sobre as problemáticas ambientais locais e; 3) Analisar os quadros de referência, para identificar como as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais são expressas pelos participantes.

Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa, desenvolvida por meio de uma proposta metodológica aplicada e por isso caracteriza-se como uma pesquisa do tipo intervenção-pedagógica, a qual se propõe descrever e analisar a proposta, considerando a etapa de planejamento e os processos realizados durante a aplicação, observando seus efeitos e evidenciando suas limitações e potencialidades (Damiani et al.,2013).

A proposta metodológica aplicada, a qual definimos como “Curso⁴”, foi desenvolvida em cinco encontros, junto aos alunos matriculados nas disciplinas de Metodologia do Ensino de Biologia I e Estágio Supervisionado II, oriundos do quinto e sexto períodos do curso de Biologia da Universidade Federal do Norte do Tocantins, Centro de Ciências Integradas (CCI).

No tópico a seguir, apresentamos uma breve descrição de cada capítulo da dissertação, destacando os objetivos e considerações sobre o estudo.

1.4 Organização da dissertação

Após a introdução da dissertação sobre os caminhos que me conduziram até a escolha do tema e o desenvolvimento da proposta aqui apresentada, o capítulo 2, apresenta os fundamentos didáticos-pedagógicos para a abordagem das QSA no contexto do ensino Ciências. Sendo assim, apoiados na perspectiva da ECTS, apresentaremos considerações históricas sobre o movimento CTS e as correlações com as QSA. Após esse percurso histórico-conceitual, indicamos abordagens didático-pedagógicas⁵ que favorecem o desenvolvimento de propostas para o ensino de QSA, tais como: Problematização e Contextualização; Três Momentos Pedagógicos (3MP); Abordagem temática (AT) e; estudo dos Aspectos Sociocientíficos (ASC).

⁴ O curso intitulado: “Abordagem de Questões Socioambientais por meio do Estudo de Casos controversos”, foi cadastrado como projeto de pesquisa no Sistema de Gestão de Projetos da UFT (GPU). A emissão de certificados para os alunos participantes foi realizada pela coordenação do curso de Biologia.

⁵ Compreendemos as abordagens didático-pedagógicas como um conjunto de princípios, métodos e estratégias que orientam o processo de ensino-aprendizagem, considerando, conforme evidenciado por Franco (2016), além das perspectivas e expectativas dos professores e seus processos formativos, também os impactos socioculturais dos educandos, entre outros aspectos que conferem uma enorme complexidade às atividades docentes.

Em continuidade, o capítulo 3 apresenta a metodologia do tipo “Intervenção Pedagógica” como base teórico-metodológica para o desenvolvimento da proposta de intervenção realizada para capacitar professores de Biologia para elaboração de Casos relacionado à abordagem das QSA, considerando o que é preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com relação à abordagem das temáticas ambientais na educação básica e, também para possibilitar novos direcionamentos na utilização do estudo de casos.

No capítulo 4, são apresentados os resultados preliminares obtidos a partir da análise dos casos elaborados pelos licenciandos através de uma descrição detalhada dos encontros realizados. A análise, do tipo descritiva-analítica, objetivou tecer considerações com base nos referenciais teórico-metodológicos que subsidiaram o planejamento e a intervenção. Sendo assim, analisamos as situações realizadas no âmbito da proposta formativa, observando seus efeitos e indicando limitações e potencialidades sobre o EC.

Por fim, nas considerações finais, são apresentados alguns indicativos importantes sobre os encaminhamentos da proposta de intervenção e da dos quadros de referência elaborados para o estudo dos casos no contexto da abordagem de QSA.

2. EDUCAÇÃO CTS E QUESTÕES SOCIOAMBIENTAIS

O presente capítulo, tem por objetivo apresentar os fundamentos didáticos-pedagógicos para a abordagem das QSA no ensino de Ciências e Biologia. Nesse caminho, indicamos considerações sobre a origem do movimento CTS e os pressupostos da ECTS considerando a relação com as Questões Sociocientíficas (QSC) a partir da sua natureza conceitual. Por fim, elencamos uma breve descrição sobre abordagens didático-pedagógicas que favorecem os estudos relativos às QSA, tais como: Problematização e Contextualização; Três Momentos Pedagógicos (TMP); Abordagem temática e; Estudo dos Aspectos Sociocientíficos (ASC).

2.1 Do movimento CTS às Questões Sociocientíficas

A origem do movimento Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), da década de sessenta, se vincula a movimentos de contestação sobre o modelo de desenvolvimento de contextos específicos, os chamados países desenvolvidos (Estados Unidos, Inglaterra, Canadá, e países da Europa) nos quais os estudos das relações CTS tinham preocupações diferenciadas (Angotti; Auth, 2001; Auler; Bazzo, 2001).

García et al. (1996) define o modelo criticado, como “modelo tradicional/linear de progresso”, em que se acredita que o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT)⁶, este gerando o desenvolvimento econômico (DE), que determina por sua vez o desenvolvimento social (DS) ou bem-estar social. No entanto, clássicos exemplos do investimento massivo na produção científico-tecnológica, como o Projeto Manhattan (1945), que culminou no desenvolvimento da bomba atômica que devastou Hiroshima e Nagasaki, e a Guerra do Vietnã (1959), levaram segmentos da sociedade a questionar a neutralidade científico-tecnológica.

⁶A tecnologia, segundo Acevedo (1998), é um termo polissêmico, complexo e possui múltiplas interpretações. Para Bazzo (2014, p. 138), qualquer definição de tecnologia, antes de mais nada, deveria considerar que: Tecnologia tem relação com a ciência, com a técnica e com a sociedade; Tecnologia integra elementos materiais – ferramentas, máquinas, equipamentos – e não materiais – saber fazer, conhecimentos, informações, organização, comunicação e relações interpessoais; Tecnologia tem relações com fatores econômicos, políticos e culturais; Evolução da tecnologia é inseparável das estruturas sociais e econômicas de uma determinada sociedade. Frente a esses fatores é possível reposicionar a ciência e a tecnologia como empreendimentos humanos cognoscíveis e dignos de contestação por considerar sua complexidade e múltiplas interpretações.

Conforme destacado por Auler e Bazzo (2001) em 1962, duas publicações potencializaram as discussões sobre as interações CTS em âmbito global em referência ao questionamento da neutralidade científica: o livro “A estrutura das revoluções científicas”, do físico Thomas Khun e “Silent Spring” (Primavera Silenciosa) da bióloga Rachel Carson.

Autores como García et al. (1996), destacam que o movimento CTS em sua origem possuía duas tradições principais, sendo elas, i) *tradição social* também conhecida como americana por ter em seu movimento grupos apoiadores dos direitos humanos destacando quais as influências do desenvolvimento tecnológico e suas consequência nas áreas sociais e ambientais, sendo este movimento grande incentivador para a constituição de grupos envolvidos em causas ambientais como o *greenpeace* e, ii) *tradição acadêmica* referenciada nos estudo como de origem europeia, sob essa influência a corrente CTS direcionou seus esforços em discutir e investigar as influências da sociedade sobre o desenvolvimento científico tecnológico. Neste contexto, tais discussões em nível acadêmico eram promovidas por cientistas, engenheiros e sociólogos. Essa divisão, tanto no contexto americano quanto no europeu, foi suprimida sendo importante apenas para o início do movimento.

Linsingen (2007), afirma que o movimento CTS se desenvolveu em três campos, sendo eles: i) *pesquisa acadêmica*, a qual apresentava críticas ao modo positivista da produção científica, além de indicar uma mudança na perspectiva do desenvolvimento científico e tecnológico e sua relação com a sociedade; ii) *políticas públicas*, que visavam promover uma maior participação da população em relação a temas de caráter social que envolviam a ciência e a tecnologia e iii) *educação*, que objetivava desenvolver currículos direcionados a formação de cidadãos participativos ao desenvolvimento científico e tecnológico (Linsingen, 2007).

Atualmente os estudos direcionados à abordagem das inter-relações CTS contemplam uma variedade de programas filosóficos, históricos e sociológicos que compartilham de um núcleo conceitual comum que enfatiza primordialmente: a) o rechaço à neutralidade científica; b) o criticismo à tecnologia enquanto ciência aplicada e neutra e, c) a importância da população na participação da tomada de decisões frente ao desenvolvimento científico-tecnológico, realçando a finalidade da educação em ciências para todos os cidadãos (García et al., 1996; Santos; Mortimer, 2000; Strieder, 2008).

Em sua origem, podemos afirmar que o movimento CTS incitou críticas ao “modelo tradicional/linear de progresso”, questionando a suposta neutralidade científica

em defesa da democratização de processos decisórios sobre problemas condicionados pela produção científico-tecnológica, com vistas a mitigar os efeitos negativos (García et al., 1996; Auler, 2007).

No contexto da América Latina, o Pensamento Latino Americano sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), a origem das proposições eram diferentes daquelas que emergiram na América e na Europa, pois não objetivavam influenciar os rumos dados à Ciência e Tecnologia (C&T) através da participação pública, mas sobretudo, construir um novo modelo de C&T que respondesse às demandas do povo latino-americano (Linsingen, 2008; Dagnino et al., 2011).

Neste sentido, o PLACTS, visa potencializar e promover uma Educação Científica (EC) que considere as especificidades regionais em seus elementos socioculturais e socioeconômicos, as quais podem ser úteis para uma abordagem educacional referenciada e comprometida em termos curriculares com a formação de cidadãos inteirados das influências da produção científico-tecnológica na sociedade (Linsingen, 2007).

A EC ao longo dos anos sofreu grandes mudanças em resposta aos modelos de desenvolvimento adotados em determinados contextos. Como mencionado anteriormente, a ênfase dada à ciência em detrimento a outros conhecimentos repercutiu diretamente nos currículos escolares. Segundo Martins (2011), paralelamente à discussão acadêmica sobre as inter-relações CTS, vem sendo crescente a percepção pública sobre o risco de algumas aplicações tecnocientíficas, o que se repercute em políticas de ciência e tecnologia que conseqüentemente tendem a refletir no currículo escolar enquanto um corpo de saber, tendo em vista que os indivíduos veem o seu cotidiano invadido pela tecnologia de base científica. Neste sentido, a EC no currículo escolar brasileiro, de modo geral se apresenta de forma tímida, mas ainda assim, promove condições para a promoção e desenvolvimento de habilidades necessárias à sensibilização quanto a dimensão ética sobre a ciência e a tecnologia no que diz respeito temas relacionados a sistemas complexos como sustentabilidade.

Contudo, apesar de o movimento CTS em determinados momentos históricos ter interpretações distintas, passando por processos de recontextualização, como preconizado por Santos (2011), a Educação CTS (ECTS), ao contemplar as atuais demandas educacionais, pressupõe o desenvolvimento e a formação de cidadãos empenhados na participação e promoção de uma sociedade justa e igualitária, inteirada das suas responsabilidades. Neste contexto, em específico ao ensino de Ciências, visa superar o ideário de “formar cientistas”, considerando que, os pressupostos da ECTS estão apoiados

no princípio fundamental de formar cidadãos para tomada de decisões frente às questões que envolvem as inter-relações CTS (Santos, 2011).

Apesar da diversidade de encaminhamentos dados aos pressupostos da ECTS, em geral buscam promover: i) a participação em questões de ordem científico-tecnológica; ii) propor soluções a problemas práticos da sociedade; iii) desenvolver a capacidade de tomada de decisão sobre temas sociais práticos; iv) desenvolver valores; v) abordar questões controvertidas de natureza ética e moral; vi) analisar problemáticas ambientais, dentre outros (Strider, 2012; Santos, 2011; Auler, 2011).

Nesse caminho, a ECTS, compreendida como uma educação científica e tecnológica humanizadora, busca incorporar ao currículo:

discussões de valores e reflexões críticas que possibilitassem desvelar a condição humana. Não se trata de fazer uma educação contra ou a favor do uso da tecnologia, **mas de uma educação em que os alunos possam refletir sobre sua condição no mundo frente aos desafios postos pela Ciência e Tecnologia** (C&T) (Santos; Mortimer, 2009, p. 192, grifo nosso).

Como evidenciado nas citações acima, a ECTS, oportuniza aos estudantes compreender as articulações entre a dimensão científica, tecnológica e social, promovendo assim a formação de cidadãos capacitados e detentores do senso crítico para tomar decisões frente a questões direcionadas ao desenvolvimento, aplicação e, principalmente ao entendimento sobre os benefícios e consequências advindas da produção científico-tecnológica na sociedade que estão inseridos, considerando para isso as aplicabilidades dos fatores relacionados aos Aspectos Sociocientíficos (ASC): econômicos, políticos, ambientais, culturais, éticos e morais relacionados à atividade científica (Santos; Mortimer, 2001; Santos; Mortimer, 2009).

Santos e Mortimer (2009), orientam a abordagem das inter-relações CTS no ensino de ciências a partir do estudo dos ASC inerentes à atividade científica, o que reafirma sua importância na contextualização dos conteúdos científicos abordados em sala de aula.

Um destes encaminhamentos pode ser realizado por meio da abordagem temática, à exemplo: temáticas sobre poluição ambiental, transgênicos, recursos energéticos, aquecimento global, etc.); outros encaminhamentos, poderão ser geridos de forma pontual, pela abordagem de fatos e fenômenos do cotidiano relativos a conteúdos científicos que ilustram aplicações tecnológicas envolvendo o estudo dos ASC; ou ainda, por meio de questões dirigidas aos estudantes sobre esses aspectos, como é o caso da abordagem de controvérsias sociocientíficas.

De acordo com Reis (1997), a abordagem das controvérsias sociocientíficas no currículo do ensino de ciências europeu, tiveram grande repercussão no final da década de 1980 frente ao desenvolvimento de pesquisas que envolviam a genética, biotecnologia e engenharia genética, levando à necessidade de criação da Bioética como campo de estudo referente ao desenvolvimento científico-tecnológico produzido a partir dessas pesquisas.

Nelkin (1992), afirma que as controvérsias sociocientíficas são problematizadas por implicações sociais, morais ou religiosas; por tensões sociais entre direitos individuais e objetivos sociais; prioridades políticas e valores ambientais; interesses econômicos e preocupações relativamente à saúde, resultantes de aplicações tecnológicas ou pela alocação de recursos públicos a grandes projetos científicos e tecnológicos em detrimento de outros projetos em áreas sociais que poderiam beneficiar ou trazer melhores condições de vida a um determinado grupo social.

As controvérsias são apresentadas por questões relativamente às quais as pessoas se manifestam em grupos com diferentes opiniões envolvendo juízo de valor, que muitas vezes impedem que grupos com opiniões diversas cheguem a uma solução ou acordo sobre a problemática apresentada, pois envolve tanto fatos como questões de valor. Deste modo, considera-se que uma controvérsia não conduz a conclusões simples e envolvem, frequentemente, uma dimensão moral e ética (Reis, 2009).

Silva (2016) em sua tese de doutoramento, esclarece que discussões centradas em valores religiosos, ideológicos, éticos, morais e políticos, não necessariamente sinalizam controvérsias de cunho sociocientífico entre os âmbitos social e científico-tecnológico. Entretanto, quando as discussões são provenientes da relação (conflituosa) entre o âmbito científico-tecnológico e os julgamentos valorativos, pode-se então identificar um dilema que envolvem os âmbitos científico, tecnológico e social os quais apresentam julgamentos controversos. A autora afirma ser preciso compreender a diferença entre temas que envolvem valores socioculturais e temas sociocientíficos (controvérsias sociocientíficas) que envolvem valores que denotam as controvérsias entre as dimensões científico-tecnológica e social, como mencionado na citação a seguir:

[...] Vejamos o exemplo do tema “aborto”. Trata-se de uma controvérsia predominantemente sociocultural, pois possui ligações conceituais relacionadas ao próprio conceito de início da vida – fecundação e nidação. Quando situada em uma perspectiva em que se **consideram os aspectos legais e a indústria farmacêutica**, por exemplo, teremos um cenário em que aspectos conceituais provenientes do campo técnico poderão ressignificar a

representação social acerca do conceito de “feto”, bem como definir critérios do que seja compreendido como “vida” (Silva, 2016, p. 190, grifo nosso).

Ao analisarmos a citação acima, consideramos que o tema aborto pode ser analisado sob diferentes “cenários”. Em um cenário *predominantemente* sociocultural, o tema é discutido considerando crenças, valores, tradições, religiões e normas sociais ligadas especificamente a questões éticas e morais de uma determinada sociedade. Neste cenário podemos inferir que a discussão está alicerçada em posicionamentos/opiniões sobre o aborto balizadas pelo entendimento do que é considerado o “início da vida” (Silva, 2016).

Ainda de acordo com Silva (2016), quando o tema é analisado em um cenário “científico-tecnológico”, que envolve a perspectiva legal, conhecimentos da área médica/farmacológica, como por exemplo medicamentos abortivos e métodos contraceptivos de emergência, surgem novos elementos conceituais que podem modificar a percepção social sobre a questão do aborto, pois o entendimento e análise do ponto de vista científico, leva à outra interpretação sobre a questão em foco.

Sendo assim, o campo tecnocientífico pode ressignificar os conceitos socioculturais, mudando a forma como as pessoas entendem e se posicionam diante de questões sobre o aborto, por exemplo. No cenário “sociocientífico”, o tema se apresenta de forma complexa pois elucidam-se valores culturais e conhecimentos técnicos e científicos a depender do que é considerado “vida” e o que é considerado “feto”⁷, o que influenciará os debates e portanto, o tema passa a ser considerado como uma questão controversa/sociocientífica (QSC).

⁷ **Na visão genética**, a vida humana começa na fertilização, quando espermatozóide e óvulo se encontram e combinam seus genes para formar um indivíduo com um conjunto genético único. É também a opinião oficial da Igreja Católica. **Na embriológica** a vida começa na terceira semana de gravidez, quando é estabelecida a individualidade humana. Isso porque até 12 dias após a fecundação o embrião ainda é capaz de se dividir e dar origem a duas ou mais pessoas. É essa ideia que justifica o uso da pílula do dia seguinte e contraceptivos administrados nas duas primeiras semanas de gravidez. **Já na neurológica** o mesmo princípio da morte vale para a vida. Ou seja, se a vida termina quando cessa a atividade elétrica no cérebro, ela começa quando o feto apresenta atividade cerebral igual à de uma pessoa. A controvérsia reside no período em que há sinais cerebrais. Alguns cientistas afirmam que há sinais cerebrais já na 8ª semana; outros, somente a partir da 20ª semana. Contudo, **na visão ecológica** a capacidade de sobreviver fora do útero é que faz do feto um ser independente e determina o início da vida. Médicos consideram que um bebê prematuro só se mantém vivo se tiver pulmões prontos, o que acontece entre a 20ª e a 24ª semana de gravidez. Foi o critério adotado pela Suprema Corte dos EUA na decisão que autorizou o direito ao aborto. E, por fim, a **visão metabólica** afirma que a discussão sobre o começo da vida humana é irrelevante, uma vez que não existe um momento único no qual a vida tem início. Para essa corrente, espermatozóides e óvulos são tão vivos quanto qualquer pessoa. Além disso, o desenvolvimento de uma criança é um processo contínuo e não deve ter um marco inaugural (Barchifontaine, 2010).

Frente às evidências apresentadas por Nelkin (1992) e Reis (2009) em seus trabalhos ao destacarem o papel da sociedade e a importância do pensamento crítico sobre a avaliação dos impactos científicos e tecnológicos, consideramos que:

Em sociedades democráticas, a avaliação pública da ciência depende de indivíduos capazes de reconhecerem o que está em causa numa controvérsia sócio-científica, de alcançarem uma opinião informada e de participarem em discussões, debates e processos de tomada de decisão: **os cidadãos de uma democracia têm todo o direito de fazer perguntas e de possuírem os meios necessários para avaliar ou questionar a autoridade científica** (Reis, 2009, grifo nosso).

Sendo assim, no ensino de ciências abordar temas de caráter controverso frente as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico, possibilitam discutir valores éticos e morais, as quais deveriam ser compreendidos como uma possibilidade para promover e dar sentido ao protagonismo dos alunos, estimulando de maneira democrática e justa a formação de cidadãos inteirados de suas responsabilidades na sociedade que estão inseridos, como destaca Reis (2013):

Também é dada particular atenção à utilização da discussão de controvérsias relacionadas com ciência como metodologia adequada ao desenvolvimento de competências necessárias a uma participação activa e fundamentada dos cidadãos em processos decisórios relacionados com este tipo de temáticas (Reis, 2013, p.14).

Reis (2013), ainda enfatiza que o currículo para o ensino de ciências deve apresentar condições para o desenvolvimento de habilidades que possibilitem aos estudantes discutirem tais controvérsias exercendo o direito de formular opiniões e de tomar decisões, e não na expectativa de que qualquer autoridade possa decidir e resolver em seu lugar.

Segundo Levinson (2006), as questões controversas foram abordadas nos currículos ingleses, em escolas secundárias por volta dos anos de 1970 por meio do Projeto Curricular de Humanas. Objetivou-se tratar de temas polêmicos referentes à família, pobreza, raça, gênero, leis, dentre outros. Tais questões continuaram a ser debatidas na década seguinte, incorporando controvérsias relacionadas ao multiculturalismo e, a partir dos anos 2000, com recomendações curriculares voltadas ao ensino de ciências para abordagem de questões controversas relacionadas à ciência e tecnologia.

Para Silva (2016) e Silva et al. (2018), as “controvérsias sociocientíficas” ou “questões controversas” têm se consolidado como um campo de estudos oriundo dos

objetivos da ECTS, os quais envolvem discussões de ordem ética e moral, compreendidas em Questões Sociocientíficas (QSC).

Santos, et al. (2018) evidenciam que, diferente de outros países, é recente a abordagem das QSC no ensino de ciências no Brasil. Entretanto, cabe mencionar que, muitos pesquisadores têm defendido a utilização desta abordagem em busca de uma formação crítica de cidadãos dentro do ambiente escolar, o que implica dizer que, mesmo não sendo utilizada a terminologia “QSC”, podemos considerar que o estudo de controvérsias condicionadas pelas dimensões sociais e científico-tecnológicas no ensino de ciências, de certa forma, indicam encaminhamentos sobre o ensino baseado em QSC.

Segundo Sadler e Zeidler (2004), as QSC são tratadas a partir de dilemas sociais levando em conta a importância do impacto causado na sociedade através do desenvolvimento científico, muitas vezes relacionados diretamente a dilemas éticos e morais. Para Simonneaux (2008), as QSC são fundamentadas na presença da natureza controversa, pois são apoiadas em implicações de cunho econômico, políticos, ambientais, éticos e morais, o que gera uma discussão em volta de aspectos do cotidiano, mas, que não necessariamente possuem uma resposta definida.

Corroborando com as conceituações acima, Conrado; Nunes-Neto (2018, p. 15) afirmam que, “o uso das QSC, no ensino, contribui para mobilizar valores, habilidades e atitudes. Aspectos culturais, econômicos e políticos são também comuns na discussão de QSC, sendo particularmente interessantes para contextualizar a ciência e a tecnologia”.

Para Santos e colaboradores,

Essa constatação implica que estudos de QSC não podem ser considerados restritamente do ponto de vista da ciência, uma vez que, por sua natureza controversa e por definição, QSC está no campo da moral e da ética. O que demonstra a necessidade de integração da moralidade ao ensino de ciências decorrente da inclusão do contexto social e cultural em que a ciência funciona (Santos et al. 2018, p. 436, grifo nosso).

Em continuidade, os autores afirmam que a formação moral do indivíduo se dá a partir de um conjunto complexo de atributos que se desenvolvem e influenciam a vida do indivíduo, cabendo aos professores considerarem tais relações a fim de promover o desenvolvimento integral na formação de cidadãos com habilidade e competências em contribuir na resolução das problemáticas nas mais diversas áreas.

Para nos posicionarmos sobre o que compreendemos por QSC, nos apoiamos na definição de Santos et al. (2018), ao indicarem três elementos que caracterizam a natureza conceitual das QSC: i) possuem relação com a ciência ou tecnologia; ii) se constituem em

um dilema social; e iii) apresentam uma controvérsia de ordem moral. Além destes, admitimos a tomada de decisão como mais um elemento conceitual, visto que, no contexto do ensino de Ciências, objetiva a formação para a cidadania (Silva et al., 2021).

No tópico a seguir, apresentamos considerações sobre a perspectiva CTS, as quais fundamentam nossa visão didático-pedagógica para a abordagem de Questões Sociocientíficas com foco na dimensão ambiental.

2.2 Questões Sociocientíficas com foco na dimensão ambiental

Em tese, pela sua origem, a perspectiva CTS incorpora os objetivos da Educação Ambiental, visto que o movimento CTS surgiu face a uma forte crítica ao modelo de desenvolvimentista que agravou a crise ambiental e ampliou o processo de exclusão social. Deste modo, embora algumas das discussões que envolvem as inter-relações CTS possam tomar rumos nos quais as questões ambientais não sejam, necessariamente, consideradas ou priorizadas, em defesa ao compromisso do movimento CTS para uma educação voltada ao desenvolvimento sustentável, também utiliza-se a sigla CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), que indica a letra “A” em referência ao termo “ambiente” (Angotti; Auth, 2001; Santos, 2011; Silva et al., 2011).

A dimensão ambiental em estudos sobre as inter-relações possui origem no movimento CTS face às contestações sobre os impactos ambientais das décadas de sessenta e setenta. No entanto, cabe tecer considerações sobre a utilização da sigla “CTSA”. A nosso ver, na literatura comparece duas situações sobre a sigla CTSA: i) utilizada por autores que queiram indicar que as discussões CTS possuem foco em questões ambientais ou; ii) utilizada por autores que consideram a dimensão ambiental inerente à dimensão social – sociedade, mas que justificam ser necessário enfatizar o ambiente como elemento da relação CTS, como observado na justificativa dos autores:

[...] é preciso reconhecer explicitamente o ambiente como um elemento em relação com CTS, pois o Ambiente – através dos seus componentes bióticos (animais, plantas, microrganismos etc.) e abióticos (oceanos, rios, lagos, montanhas, atmosfera, solos etc.), por exemplo – é a própria condição de possibilidade natural para qualquer sociedade (Conrado; Nunes-Neto, 2018, p. 82).

Para Pedretti (2003), a educação CTSA apresenta como princípios orientadores:

- a) contribuição para o desenvolvimento sustentável do planeta através do estudo da utilização sistemática de recursos e da consideração das necessidades humanas a longo

prazo; b) compreensão do processo de tomada de decisão a nível governamental e empresarial; c) promoção do raciocínio moral e ético acerca da ciência; d) compreensão e a discussão da dimensão política da ciência e) exercício de capacidade intelectuais e éticas na determinação dos aspectos positivos e negativos do conhecimento científico e tecnológico e no reconhecimento das forças políticas e sociais que o governam o desenvolvimento e a distribuição dos conhecimentos e artefatos científicos e tecnológicos; f) capacidade dos cidadãos para uma ação responsável na transformação da sociedade e, por fim, a compreensão da natureza da ciência e das suas interações com a tecnologia e a sociedade.

Nesta perspectiva, entendemos que o enfoque CTS incorpora os objetivos da Educação Ambiental de maneira implícita ou até mesmo explícita, ao evidenciar os impactos da ação humana no meio ambiente. À exemplo, quando analisamos as questões ambientais na perspectiva CTS, elucidando os aspectos condicionantes da degradação ambiental e esgotamento de recursos naturais, podemos promover um entendimento sobre a necessidade de repensar nossos modelos de desenvolvimento para a construção de sociedades mais justas e sustentáveis.

Para Reis (2009), controvérsias direcionadas às problemáticas ambientais são frequentes pois envolvem grupos políticos, grupos empresariais, a sociedade civil, e cientistas que inevitavelmente possuem diferentes percepções sobre o tema em debate. Deste modo, problemas complexos dessa natureza podem ser compreendidos como controvérsias socio-ambientais.

Na mesma linha de pensamento que considera a sigla CTSA para indicar o foco em discussões que envolvem questões ambientais no contexto sócio-histórico da produção científico-tecnológica, assumimos que, as QSC com foco nas problemáticas ambientais, serão neste trabalho conceituadas como Questões Socioambientais (QSA), ou seja, atribuindo que o foco das controvérsias são as problemáticas ambientais. Nesse sentido, corroboramos com Conrado e Nunes-Neto (2028):

[...] cabe destacar que a necessidade de melhoria na formação de indivíduos capazes de avaliar criticamente QSC, tomar decisões socioambientalmente responsáveis e agir, no sentido de resolvê-las, é cada vez mais urgente no contexto atual, de agravamento de problemas socioambientais e expansão de ideias e valores hegemônicos de consumismo, competição e individualismo” (Conrado; Nunes-Neto, 2018, p. 15).

Sendo assim, para trabalhar valores que envolvem as controvérsias de natureza ambiental, a abordagem de QSA deve-se considerar não apenas os conhecimentos

científicos, mas também os conhecimentos prévios dos estudantes, além dos valores socioculturais apresentados pelos sujeitos envolvidos, os quais, são trazidos e o acompanham durante todo o processo na tomada de decisão.

Ao mencionarmos as QSA, estamos nos referindo principalmente aos problemas causados pela relação estabelecida entre os seres humanos, em seu contexto sócio-histórico e cultural - o meio ambiente e os adventos da produção científico-tecnológica. Os problemas que nos referimos são caracterizados por um conjunto de ações provocadas pelo ser humano, que prejudicam o meio em que vivem (como a si mesmo), em múltiplas dimensões, como redução da biodiversidade de plantas e animais, a contaminação do ar e da água, a redução da fertilidade e a erosão do solo e o esgotamento dos mananciais por exemplo.

Neste sentido o processo educativo que tenha como finalidade trabalhar com as QSA, deverá identificar as múltiplas determinações que constituem a problemática em si, revelando as contradições inerentes a ela. Deste modo, o estudante se desenvolve como protagonista dos seus conhecimentos, sendo incentivado, a partir de dados, teorias e valores a propor soluções possíveis sobre situações que vivenciam, promovendo assim um currículo contextualizado que permita uma mudança do pensamento para tomada de decisão (Hodson, 2004; Reis, 2013).

No ensino de Ciências, há uma diversidade de temáticas tratadas por meio da abordagem de QSC com foco nas problemáticas ambientais - QSA, como por exemplo, a universalização da energia elétrica e a integridade dos sistemas ecológicos (Palácio et al. 2018); o uso de agrotóxicos (Andrade et al., 2018); declínio de polinizadores (Conrado et al., 2018), poluição hídrica (Santos, et al., 2018; Silva, 2022); questões climáticas globais (Marques; Reis, 2018), dentre outros.

Portanto, uma estratégia profícua para promover a ECTS é a abordagem de QSA, que de acordo com Silva (2016), por sua natureza conceitual, tratam necessariamente sobre a elucidação de valores, o raciocínio ético e moral, a argumentação, o engajamento para tomada de decisões, as limitações do conhecimento técnico, as incertezas e a multidisciplinaridade, em função das controvérsias que são inerentes às problemáticas ambientais (Silva, 2016; Santos et al. 2018).

Nesse caminho, discussões no contexto escolar que evidenciem a relação entre as atividades antrópicas, desenvolvimento científico e tecnológico, relacionando-os com a preservação ambiental, tendem a promover compreensões mais críticas por parte dos educandos sobre as problemáticas ambientais, o que torna necessário a abordagem dos

aspectos históricos, políticos, econômicos, culturais, éticos e morais para sua devida contextualização em sala de aula (Sorrentino, 2004; Kato; Kawasaki, 2007).

Frente ao exposto, a abordagem de QSA na perspectiva da ECTS, busca promover um ensino mais humanitário para uma EC menos tecnocrática, considerando a contextualização socio-histórica-cultural, a interdisciplinaridade e a criticidade, como base das situações de ensino-aprendizagem que envolvam as discussões sobre as inter-relações CTS, favorecendo o interesse e reconhecimento desses conteúdos por parte dos estudantes, para solução de problemas de seu cotidiano (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Nesse sentido, apresentamos no tópico a seguir, os fundamentos didáticos-pedagógicos que consideramos importantes para a abordagem e estudo referenciado das QSA no ensino de Ciências.

2.3 Fundamentos didáticos-pedagógicos para as Questões Socioambientais

Os pressupostos da ECTS, visam compreender e problematizar as inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade-meio ambiente. A partir dessa perspectiva, com vistas a superar a ideia da neutralidade científica, constituída ao longo da história do ensino de ciências, focamos o estudo das problemáticas ambientais a partir da interconexão entre conhecimento científico, desenvolvimento tecnológico e o contexto sócio-histórico cultural em que o indivíduo está inserido, enfatizando o seu papel na sociedade e exigindo seu posicionamento frente ao desenvolvimento científico-tecnológico e as consequências advindas deste processo no seu modo de vida e no da sociedade como um todo.

Sendo assim, para que práticas direcionadas à abordagem de QSA ocorram nas instituições escolares, consideramos ser necessário uma reconfiguração curricular, que inclua temas como meio ambiente, ética, direitos humanos e diversidade, substituindo conteúdos fragmentados por projetos integradores que envolvam os estudantes como sujeitos do conhecimento e não apenas expectadores. Conforme indica Rodrigues e Nascimento (2017), a elaboração e implementação de projetos interdisciplinares que envolvam a identificação, diagnóstico e intervenção em problemas ambientais locais, tende a potencializar a gestão de ações escolares, desenvolvendo o protagonismo dos estudantes.

Nesse caminho, mesmo reconhecendo os problemas relacionados ao processo de implementação do novo currículo da educação básica relacionados a formação continuada de professores, conforme apresenta Nogueira e Borges (2020), bem como às tímidas considerações sobre a abordagem das questões ambientais como apontam Santos (2021), Rosa e Barbosa (2024), a nosso ver, o documento da BNCC (2018), indica possibilidades profícuas que vão ao encontro de ações que envolvam a análise de QSA.

Ao identificarmos orientações curriculares para a Educação Básica no documento da BNCC (2018), podemos identificar potencialidades significativas no que compete aos “temas contemporâneos”, valorizando a vida dos estudante e exigindo que sejam integrados às práticas pedagógicas, promovendo assim as competências relacionadas a temas de caráter socioambientais. Neste contexto, defendemos a ideia de que a presença dos temas contemporâneos nas áreas de Ciências da Natureza, por exemplo, revela orientações para se conectar o currículo escolar às realidades locais e globais, favorecendo a formação de sujeitos conscientes e atuante no que compete a temas de cunho ambiental.

No bojo das mudanças curriculares, cabe também mencionar as Trilhas de Aprofundamento e as disciplinas eletivas, elementos que visam vivenciar um currículo mais flexível e conectado aos interesses e às demandas contemporâneas dos estudantes, dando abertura para abordagem de QSA. Nesse contexto, os documentos curriculares estaduais desempenham um papel fundamental na definição de propostas que contribuam para a formação de sujeitos conscientes das questões ambientais. No Tocantins, o Documento Curricular do Território (DCT-TO), se apresenta como um dos principais referenciais para a reorganização do currículo da educação básica, apresentando potencialidades necessárias para a atuação do professor em sala no que compete a temas de caráter contemporâneos.

Um outro recurso para a introdução de temas ambientais pode ser observado na nova organização do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) para o Ensino Médio a partir do edital “PNLD de 2021”, em que se institui uma nova categoria de livros didáticos compreendidos nos “Projetos Integradores”, os quais objetivam o estímulo ao trabalho interdisciplinar e colaborativo, além do foco na formação continuada de professores. De acordo com o edital:

As obras didáticas de Projetos Integradores têm como objetivo tornar a aprendizagem mais concreta ao explicitar a ligação entre diferentes componentes curriculares e áreas de conhecimento, conectando estudantes a situações vivenciadas por eles em suas comunidades. [...] Outro foco importante é a **conexão entre essas vivências ligadas à identidade pessoal e**

questões sociais, culturais e ambientais contemporâneas, na perspectiva de uma formação cidadã que conjugue a capacidade de estabelecer metas e estratégias de desenvolvimento pessoal que propiciem escolhas de vida saudáveis, sustentáveis e éticas [...] (BRASIL, 2021, p. 61, grifo nosso).

No entanto, para que ações dessa natureza ocorram, cabe enfatizar a importância da realização de formações (inicial e continuada) de professores, que visam o entendimento/importância do planejamento coletivo para o desenvolvimento de um currículo de natureza interdisciplinar, que por sua vez necessariamente irão problematizar elementos da natureza teórica e metodológica das QSA.

Por outro lado, ao considerar a necessidade de ações direcionadas ao desenvolvimento e a promoção das QSA no contexto escolar, assumimos que seja insuficiente condicionar tal responsabilidade somente à formação dos professores. Embora essas instâncias formativas constituam espaços importantes para a problematização do planejamento e para o desenvolvimento de práticas interdisciplinares, sua compreensão não pode limitar-se a um enfoque operacional ou pragmático. Tal redução, frequentemente presente em concepções neotecnicistas de formação, tende a enfatizar o domínio de conteúdos da educação básica e a resolução imediata de problemas cotidianos da escola, desconsiderando a constituição histórico-sociopolítica desses desafios e sua vinculação às estruturas socioeconômicas mais amplas que poderiam problematizar ainda mais as QSA no ambiente escolar.

Sendo assim, em contraposição a essa perspectiva limitada, torna-se fundamental reconhecer que a inserção das QSA no currículo não se reduz à aquisição de competências instrumentais, mas por meio de condicionantes que integram a teoria e prática a partir da leitura crítica da realidade. Práticas pedagógicas comprometidas com a transformação socioambiental exigem compreender os problemas reais vivenciados pelos sujeitos em seus contextos, mobilizando valores éticos/morais, atitudes, conhecimentos e ações que contribuam para o desenvolvimento de uma sociedade comprometida com as QSA. Nessa direção, a formação docente deve favorecer a ressignificação de saberes já constituídos e potencializar o engajamento sociocrítico dos estudantes, reconhecendo-os como protagonistas na identificação, análise e enfrentamento das contradições socioambientais que marcam o cotidiano escolar.

Nesse viés, as práticas pedagógicas tendem a integrar teoria e prática, partindo de problemas reais vivenciados pelos estudantes em seu contexto sociocultural e ambiental, mobilizando valores, atitudes, conhecimentos e ações voltados à transformação socioambiental, visando a formação de sujeitos conscientes, críticos e atuantes na

construção de uma sociedade mais justa e sustentável, e ainda, ressignificando saberes já adquiridos e potencializando o engajamento para o enfrentamento de desafios frente às QSA.

Tais mudanças ao longo do tempo tendem a potencializar transformações na prática pedagógica, e por consequência no ambiente escolar no que se refere aos conteúdos e métodos, ressignificando o que muitas vezes permeou por um caminho alicerçado em tratamentos técnicos sobre aspectos complexos como os relacionados a temas de caráter ambiental. As dificuldades podem ser relacionados a formação inicial e continuada dos professores, como afirma Gasperi, Martins e Emmel (2022, p. 5) ao mencionar que “a formação de professores deve ser repensada para incluir o desenvolvimento das competências propostas pela BNCC, o que implica uma revisão dos currículos dos cursos de licenciatura e a oferta de formação continuada” pois, para os autores, “há uma lacuna significativa entre a formação oferecida e as competências exigidas pela BNCC, o que dificulta a implementação efetiva das diretrizes curriculares” (p. 7). Neste sentido, Caldeira et al. (2024), mencionam que “as competências e habilidades exigidas pela BNCC demandam que os docentes desenvolvam novas metodologias de ensino e estejam preparados para promover a autonomia e o pensamento crítico dos alunos” (p. 6).

Posto isto, na perspectiva da ECTS, defendemos propostas de ensino sobre QSA orientadas por fundamentos didáticos-pedagógicos que atendam aos objetivos voltados para a formação de cidadãos ativos e informados, capazes de participar de discussões e decisões relacionadas aos impactos ambientais provenientes da produção científico-tecnológica.

Esses fundamentos constituem o que chamamos de “Quadro de Referência para estudo/abordagem de QSA contextualizadas”, que por sua vez, contribuiram para a elaboração e aplicação de uma proposta de intervenção, que será melhor explicitada no capítulo sobre a metodologia da pesquisa, como também nas análises a serem apresentadas ainda no decorrer deste trabalho.

Para a apresentação dos elementos que fundamentam nossas orientações para abordagem de QSA, os mesmos serão explicitados separadamente, embora seus conceitos estejam correlacionados, sendo eles: 1) Abordagem temática; 2) Três Momentos Pedagógicos (3MP) e; 3) Estudo dos Aspectos Sociocientíficos (ASC).

2.3.1 Abordagem Temática (AT)

Ao questionar o caráter linear, fragmentado e propedêutico do currículo para o ensino de ciências, autores como Auler (2007), Muenchen (2010), Dalmolim; Roso (2012), Mogoga; Muenchen (2020), sugerem a adoção da Abordagem Temática (AT) como uma forma de superar a orientação do currículo a partir de componentes disciplinares. Na perspectiva da AT, a conceituação científica, passa a ser subordinada ao tema, ou seja, se utiliza o conceito científico para a compreensão de algo maior: o próprio tema, em contraponto, na “Abordagem Conceitual” conforme explicitado Muenchen (2010), a ênfase é dada apenas ao conceito científico, como um fim e em si mesmo.

Situações de ensino-aprendizagem que sejam significativas para os estudantes, abordando problemas socioculturais localizados historicamente poderá ser um importante encaminhamento para contribuir com a formação dos estudantes na perspectiva crítica. Nesse sentido, a AT no ambiente educativo, está associada à problematização e a contextualização, visto que devemos considerar que o estudante é fruto de uma construção social, ou seja, sabendo que sua identidade e suas experiências são construídas nas interações sociais, culturais e históricas, permeada de valores. Nesse entendimento, os conhecimentos são mobilizados em função de uma temática (problema), o que significa reconhecer que o aprendizado não se restringe ao ambiente escolar, mas permite aos estudantes relacionarem o que aprendem em sala de aula com situações do mundo da vida (Ricardo, 2013).

Ao problematizarmos uma situação/tema, a contextualização permite que se explore as relações e implicações do tema em diferentes cenários. Kato e Kawasaki (2011) consideram a contextualização como um ato inerente à prática docente objetivando “trazer a própria realidade do aluno, não apenas como ponto de partida para o processo de ensino-aprendizagem, mas como o próprio contexto de ensino” (p. 37). Assim, a correlação entre a problematização e a contextualização permite a inserção de um tema em seu contexto histórico, social, cultural ou econômico, o que ajuda a entender as dimensões e as complexidades envolvidas.

A AT também é compreendida como uma possibilidade para se criar propostas curriculares mais flexíveis, voltadas para questões e temas contemporâneos, especialmente aqueles fortemente influenciados pela ciência e tecnologia. Nessas abordagens, os conhecimentos não são mais vistos como um fim, mas um caminho que deverá ser percorrido e, que permitirá a compreensão de temas sociais relevantes e na

análise de situações do cotidiano ao qual os estudantes estarão envolvidos (Auler, 2007; Muenchen, 2010).

O movimento de flexibilização curricular a partir da AT, potencializa o protagonismo do estudante, tornando-o mais capaz de responder de maneira efetiva às demandas do mundo contemporâneo caracterizado por rápidas transformações tecnológicas, sociais e culturais.

No bojo dessas mudanças, a abordagem de temas significativos aos estudantes, ao considerar a identidade da comunidade escolar, promove mudanças não só conceituais, mas sobretudo atitudinais (Auler; Delizoicov, 2006; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011; Dalmolin; Roso, 2012).

A perspectiva curricular da AT é apresentada na literatura da área de ensino de ciências por meio de diferentes modalidades, conforme problematizam Magoga, et al. (2015), Magoga e Muenchen (2020), as modalidades “encontram similaridades, entre si e com a AT, por se tratar de abordagens *com* temas (p 321). Em nossos estudos, consideramos a AT fundamentada nos pressupostos da Educação CTS e, portanto, caracterizada pelo estudo de temas que envolvem os Aspectos Sociocientíficos (ASC) (Santos; Mortimer, 2009; Silva; Maciel, 2018).

Conforme aponta Santos e Mortimer (2002), a abordagem de temas sociais relacionados à ciência e tecnologia⁸ em sala de aula propicia o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. O autor enfatiza que nesta abordagem, deve-se introduzir problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais.

O estudo de temas oportuniza explorar áreas de interesse específicos sobre uma variedade de situações-problema que envolvem diferentes níveis de complexidade. Em se tratando dos temas sociocientíficos, o estudo de aspectos relacionados ao contexto sócio-histórico-cultural, econômico, político, ético e moral, definidos como ASC, é

⁸ No ensino de ciências, é fundamental distinguir ciência e tecnologia, pois, embora estejam interligadas, trata-se de áreas com naturezas e objetivos distintos. A ciência busca compreender os fenômenos naturais por meio da observação, experimentação e formulação de teorias. Já a tecnologia refere-se à aplicação prática desse conhecimento científico na busca por resolver problemas e criar produtos, processos ou serviços que atendam às necessidades da sociedade. Portanto, compreender a natureza da ciência e da tecnologia contribui com análises sobre como o conhecimento científico se transforma em inovações tecnológicas, e como tais inovações impactam a sociedade e o meio ambiente (Schor, 2007).

fundamental para abordar os temas próximos à vivência do estudante, possibilitando que ele participe das discussões sobre os quais ele tem algo a dizer (Santos; Mortimer, 2009).

A utilização da AT no ensino de Ciências e Biologia, associada às QSA, tem se mostrado uma estratégia didático-pedagógica eficaz para promover uma aprendizagem significativa, crítica e contextualizada, permitindo que os estudantes compreendam a interconexão entre os fenômenos e as questões humanas associadas à sustentabilidade.

Ao explorar as problemáticas socioambientais a partir de temas como o desmatamento, poluição da água e do ar, as mudanças climáticas, perda de biodiversidade, queimadas criminosas, extração e uso das águas dos lençóis freáticos, assoreamento de rios e a produção de energia elétrica, ou seja, os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente, os estudantes são incentivados a desenvolver uma postura crítica e reflexiva sobre as consequências diretas para a sociedade, impactando a qualidade de vida, a saúde pública e a segurança alimentar de diferentes formas.

Portanto, abordar as QSA a partir de temas que consideram o contexto regionalizado, que contemple as especificidades locais, confere maior significado para os educandos, proporcionando a eles momentos de reflexões e discussões indispensáveis para a formação de cidadãos conscientes e participativos no processo de tomada de decisões e engajamento sobre fatores ambientais.

2.3.2 Três Momentos Pedagógicos (3MP)

Os Três Momentos Pedagógicos (3MP), compreendidos como uma dinâmica didático-pedagógica, foram constituídos a partir do projeto “Diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério” desenvolvido entre os anos de 1985 e 1988 pela Coordenadoria da Secretaria do Ensino de 2º Grau do MEC, com apoio administrativo da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Esse projeto gerou subsídios os quais foram publicados em dois livros de autoria de Demétrio Delizoicov e José André Angotti no ano de 1990. “Ambos os livros propunham e usaram a dinâmica didático-pedagógica, que ficou conhecida como os ‘Três Momentos Pedagógicos’ (3MP), em sintonia com a perspectiva, do que, posteriormente, denominou-se, abordagem temática” (Muenchen; Delizoicov, 2014, p. 618).

Conforme destacado por Muenchen e Delizoicov (2014) os livros possibilitaram a disseminação desta dinâmica, por três motivos principais: 1) os livros publicados integraram o Programa Nacional Biblioteca do Professor (PNBP) do ano de 1994; 2) os

livros são indicados como bibliografia em editais de concursos públicos, para a carreira do magistério, e; 3) são referências bibliográficas de disciplinas de cursos de formação inicial e continuada de professores.

A abordagem dos 3MP visa transpor para o espaço da educação formal a concepção de educação de Paulo Freire, apresentando orientações para a organização do trabalho docente com vistas ao desenvolvimento dos conteúdos. Essas orientações envolvem a dinâmica dos momentos caracterizados como: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (Muenchen; Delizoicov, 2014).

A problematização inicial é compreendida como o momento em que se apresenta um tema/situação-problema que seja significativo para o estudante. As problematizações realizadas sobre o tema, tendem a estimular os estudantes a exporem suas opiniões, e a se sentirem motivados a buscar novos conhecimentos para propor soluções. Por isso é importante criar um ambiente de aprendizagem colaborativo, em que os estudantes se sintam à vontade para expressar suas ideias e questionamentos.

Para Delizoicov (2001), a problematização é um eixo organizador da prática pedagógica docente, que deverá promover a necessidade de buscar novos conhecimentos e propor soluções aos problemas apresentados:

(...) problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. **É preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante, de modo a conscientizá-lo de que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito** (Delizoicov, 2001, p.133, grifo nosso).

A problematização permite que os estudantes se identifiquem com as questões ou situações reais presenciadas em seu cotidiano. Nesse momento, os estudantes são desafiados a expor o que pensam sobre tais situações com o objetivo de torná-lo protagonista do processo de ensino-aprendizagem, possibilitando que os professores conheçam e articulem as vivências e pensamentos dos estudantes com as situações de estudo (Muenchen; Delizoicov, 2013).

Realizada a problematização, o professor, como mediador⁹ do processo de ensino-aprendizagem, organiza o conhecimento necessário para estudo do tema/problemática e

⁹ Corroboramos com Pereira e Sales (2023), sobre o entendimento de mediação pedagógica como a atitude e o comportamento do professor que ativamente se coloca como um facilitador, incentivador ou motivador da aprendizagem.

orienta os estudantes na compreensão dos conteúdos, promovendo discussões para aprofundar o conhecimento.

No momento da aplicação do conhecimento adquirido, as problematizações iniciais são retomadas, possibilitando avaliar como os estudantes utilizam os conhecimentos adquiridos e como percebem a utilidade destes conhecimentos em contextos reais, sendo incentivados a utilizar o que aprenderam em situações práticas, como projetos, atividades em grupo ou estudos de caso.

Conforme enfatizam Muenchen e Delizoicov (2014), a dinâmica dos 3MP é abordada no ensino de Ciências como uma possibilidade de oportunizar práticas dialógicas e problematizadoras e não se restringe à sala de aula, observada em diversas propostas de ensino, na elaboração de materiais didáticos, e até mesmo como eixos estruturadores para propostas curriculares

No contexto das discussões que envolvem as inter-relações CTS, os 3MP compõem como eixos orientadores da prática pedagógica que se propõe realizar estudos sobre QSA, visto que promovem a problematização e contextualização de temas reais, ou seja, situações vivenciadas pelos estudantes. Conforme afirmam Auler e Delizoicov (2001), fundamentados em Freire (1987, 1996), a problematização é um aspecto fundamental para “uma leitura crítica do mundo”.

2.3.3 Estudo dos Aspectos Sociocientíficos (ASC)

Segundo Santos e Mortimer (2002), os estudos referentes ao enfoque CTS no ensino de ciências indicam a necessidade de explorar os conhecimentos sob um caráter mais amplo, tendo uma reflexão crítica sobre aspectos multireferenciais – ambientais, econômicos, políticos, sociais, culturais, éticos e morais, compreendidos como ASC.

Em referência a abordagem de QSA, os ASC assumem um importante direcionamento para aprofundamento dos estudos sobre o tema, favorecendo a participação dos estudantes nas discussões. Conforme afirmam Santos e Mortimer (2009) “a abordagem desses aspectos, além de potencializar o processo de interação em sala de aula, possibilita a emergência de situações vivenciais dos alunos e a discussão de atitudes e valores” (p. 215).

O estudo de QSA por meio dos ASC permite que os estudantes não apenas compreendam os conceitos científicos, mas também considerem as implicações sociais, éticas e ambientais de suas escolhas. No entanto, é importante reconhecer que as

discussões sociocientíficas vão além do conhecimento técnico, elas envolvem julgamentos que são influenciados por atitudes e valores. Esses valores por sua vez, devem estar alinhados à cidadania planetária, que enfatiza a responsabilidade coletiva em relação ao meio ambiente (Santos; Mortimer, 2001; 2009).

Um dos objetivos centrais da ECTS, de acordo com Santos (2002), é o desenvolvimento de valores em uma sociedade democrática:

Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Tais valores são, assim, relacionados às necessidades humanas, o que significa um questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais (Santos, 2002, p. 114).

No que compete ao aspecto econômico, busca-se entender as relações entre inovação tecnológica, crescimento econômico e desigualdade social atrelados ao desenvolvimento econômico e a relação entre crescimento e desenvolvimento. As escolhas tecnológicas impactam diretamente a economia, e compreender essas dinâmicas é fundamental para que os estudantes enquanto cidadãos inteirados de suas responsabilidades sociais tomem decisões mais informadas e equilibradas, considerando tanto os benefícios econômicos quanto os custos sociais e ambientais das inovações em desenvolvimento.

Em relação ao aspecto político, sua evidenciação permite que os estudantes compreendam como as políticas públicas, regulamentações e decisões governamentais afetam e são afetadas pelas inovações tecnológicas, discutindo o papel do estado na regulamentação da ciência e da tecnologia, além da análise de questões relacionadas às políticas de conservação e proteção ambiental nos mais diversos contextos tais como em políticas municipais, estaduais e nacionais.

Indispensáveis ao currículo escolar, o estudo sobre os aspectos éticos e morais são essenciais para analisar os temas sociocientíficos de forma crítica, incentivando os estudantes a refletirem sobre os impactos da ciência e tecnologia no bem-estar coletivo, nos direitos humanos e na dignidade individual acarretadas pela relação intrínseca entre o desenvolvimento científico/tecnológico e seus impactos na sociedade como um todo.

Conforme aponta Silva (2016; 2018), à medida que as tecnologias avançam, surgem dilemas éticos/morais relacionado às áreas como inteligência artificial, manipulação genética para uma maior produção de alimentos ou tratamentos médicos, fármacos abortivos, ou eutanásia seja em animais ou seres humanos.

Em se tratando dos aspectos sócio-históricos, busca-se promover uma análise contextualizada de modo a identificar causas e efeitos desses problemas, bem como propor soluções que considerem a complexidade e a multidimensionalidade das questões envolvidas. A partir dos aspectos históricos, correlacionados aos econômicos, políticos e culturais, é possível construir um entendimento mais profundo sobre o processo, evitando análises simplistas.

Os aspectos culturais, reconhecem que as diferentes culturas e contextos sociais influenciam a aceitação e aplicação de determinadas tecnologias pois os valores éticos e morais interferem diretamente nessa relação. A diversidade cultural, os valores locais e as tradições devem ser consideradas ao desenvolver novas soluções científicas e tecnológicas, para garantir que sejam apropriadas e eficazes em contextos diversos, mas que em suma, primam pelo bem-estar social, cultural, econômico, político, mas principalmente o ambiental.

Para Santos e Mortimer (2000) a abordagem das inter-relações CTS, em uma perspectiva crítica, significa ampliar o entendimento sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, discutindo muitos outros aspectos além da natureza da investigação científica e do significado dos conceitos científicos. Nesta perspectiva, os fundamentos didáticos-pedagógicos para o estudo das QSA, os quais foram delimitados neste estudo a partir das breves considerações sobre a AT, os 3MP e ASC, enfatizam sobretudo a importância de promover o protagonismo dos estudantes, e o desenvolvimento de habilidades e valores indispensáveis para tomada de decisões sobre as problemáticas ambientais.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Diante das considerações sobre os pressupostos da ECTS, e os fundamentos didáticos-pedagógicos para abordagem das QSA, entendemos que a implementação dessas ações no contexto da Educação Básica, poderão ser efetivadas na medida em que os professores tenham direcionamentos adequados ao planejamento e desenvolvimento de propostas de ensino dessa natureza, assim como a possibilidade de flexibilização curricular.

Nesse sentido, planejamos como proposta de intervenção na formação inicial de professores de Biologia, um curso que objetivou trabalhar a elaboração de Casos em referência à abordagem das QSA, considerando o estudo dos ASC (históricos, políticos, econômicos, culturais, sociais, éticos e morais) de QSA do contexto tocantinense. Deste modo, neste capítulo, apresentamos em um primeiro momento considerações sobre o tipo de pesquisa “Estudo de Caso”, e em seguida, os aspectos teóricos-metodológicos referentes à proposta de intervenção.

3.1. Tipo de pesquisa “Estudo de Caso”

Conforme Yin (2001), o Estudo de Caso (EC) caracteriza-se como uma análise aprofundada de uma situação específica. De acordo com o autor, este tipo de pesquisa de constitui em uma investigação empírica que busca examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente delimitados, e quando múltiplas fontes de evidência são utilizadas.

Para Martins (2006), o EC enquanto pesquisa de natureza qualitativa tem se firmado como uma abordagem metodológica essencial para a compreensão aprofundada de fenômenos sociais. Dentre as diversas estratégias de investigação qualitativa, o EC configura-se como uma das mais relevantes para a análise detalhada de uma realidade específica, não podendo a pesquisa ser apenas um exercício teórico-descritivo, mas um processo de construção crítica do conhecimento.

Para Yin (2005), o EC alinha-se à concepção de pesquisa como práxis, proposta, na medida em que possibilita ao pesquisador um envolvimento direto com o objeto

investigado, respeitando sua complexidade, historicidade e singularidade. Trata-se, portanto, de uma metodologia que permite o exame intensivo e contextualizado de uma unidade particular, seja ela uma instituição, um grupo social, um processo educacional ou uma prática pedagógica com o objetivo de compreender suas dinâmicas internas e suas múltiplas determinações. Para Chizzotti (2006):

O estudo de caso é uma caracterização abrangente para designar uma diversidade de pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários casos a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, objetivando tomar decisões a seu respeito ou propor uma ação transformadora (Chizzotti, 2006, p. 102).

Neste sentido Yin (2001), destaca que a pesquisa deve ser ancorada em fundamentos teóricos sólidos, mas sempre em diálogo com a realidade empírica. O EC não se resume à coleta de dados, mas exige uma postura investigativa que valorize a interpretação crítica dos fatos e a produção reflexiva do conhecimento advindo dos resultados.

Em termos operacionais, a adoção do EC implica a delimitação clara do objeto empírico, a seleção de técnicas de coleta de dados adequadas e a articulação desses dados com os referenciais teóricos que fundamentam a análise. “O rigor metodológico, portanto, não está na generalização, mas na profundidade da compreensão e na coerência entre os elementos do processo investigativo” (Yin, 2001, p. 32).

Assim, o EC, à luz da epistemologia, configura-se como uma estratégia metodológica potente para a realização de pesquisas que visam não apenas descrever, mas compreender a realidade, contribuindo, assim, para a construção de um conhecimento comprometido com a transformação social e com a formação de sujeitos autônomos e críticos.

Além disso, consideramos que o EC se configura em uma estratégia metodológica eficaz para investigações na área da educação, pois permite analisar, de forma aprofundada e contextualizada. Nesse viés, esta pesquisa se configura em um EC, pois se propõe investigar o desenvolvimento de práticas pedagógicas voltadas à formação de consciência socioambiental sobre QSA contemporâneas no contexto tocantinense.

Sendo assim, o estudo se voltou para um grupo de licenciandos, em processo de formação para a docência em que são abordados elementos didáticos-pedagógicos para abordagem de QSA no contexto do estado do Tocantins. Ao promover um olhar detalhado e sensível sobre experiências educacionais concretas, ele pode subsidiar práticas mais contextualizadas, críticas e transformadoras, em consonância com os princípios da

Educação Ambiental e da sustentabilidade. Assim, a pesquisa do tipo EC se apresenta como um caminho metodológico relevante para investigar e fortalecer o ensino de QSA na perspectiva da ECTS.

No Quadro 1, apresentamos o protocolo de EC conforme orientações de Yin (2001), o qual enfatiza a importância de planejar as etapas da pesquisa. Conforme o autor, um protocolo para a pesquisa do tipo estudo de caso vai além de um instrumento, nele, contém os procedimentos e as etapas orientadoras das atividades para realização da pesquisa. Neste sentido, “o protocolo é uma das táticas principais para se aumentar a confiabilidade da pesquisa e destina-se a orientar o pesquisador ao conduzir o estudo de caso” (Yin, 2001, p. 89).

Quadro 1. Protocolo de Estudo de Caso para realização da pesquisa.

Procedimentos de Campo	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração e aprovação do projeto de pesquisa junto ao colegiado do curso de licenciatura em biologia da universidade federal do Norte do Tocantins; • Submissão e aprovação no comitê de ética; • Escolha das turmas em que a proposta iria ser aplicada.
Questões Orientadoras do Estudo de Caso	<ul style="list-style-type: none"> • A partir do desenvolvimento de um curso sobre a elaboração de Casos para análise de problemáticas ambientais locais, como os participantes compreendem as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais?
Fontes de Evidências	<ul style="list-style-type: none"> • Questionários; • Roteiros; • Produção de casos sobre QSA; • Quadros de Referência para análises dos casos.
Plano de análise dos dados	Triangulação dos dados considerando as fontes de evidências com base nos referenciais teóricos: a) QSC (Conrado; Nunes-Neto, 2018); Produção de Casos (Sá; Queiroz 2010, 2016); ASC (Santos; Mortimer, 2009).
Produto final	<ul style="list-style-type: none"> • Publicação parcial ou total dos resultados em eventos da área de ensino de Ciências (ENEBIO 2024; ENPEC 2025); • Publicação dos resultados em periódicos da área de Educação/Ensino de Ciências; • Apresentação dos resultados em evento que envolve professores e licenciandos do curso de Biologia da UFNT.

Fonte: Elaborado com base nas orientações de Yin 2001, adaptado para esta pesquisa.

3.2 Características teórico-metodológicas da proposta de intervenção pedagógica

Antes de detalharmos os aspectos teóricos-metodológicos que orientaram a elaboração da proposta de intervenção, como também acerca do desenvolvimento da mesma, entendemos a importância de tecer considerações sobre a definição de “pesquisas aplicadas” relacionadas ao tipo de pesquisa interventiva, destacando as potencialidades e críticas evidenciadas no campo da pesquisa sobre o contexto educativo.

Segundo Robson (1995), o potencial das pesquisas aplicadas contribuirá na tomada de decisão a respeito de possíveis mudanças que contemplem as práticas educacionais, possibilitando melhorias significativas como subsidiar tomadas de decisões acerca de mudanças em práticas educacionais, promover melhorias em sistemas de ensino já existentes, ou avaliar inovações. Para o autor a pesquisa aplicada torna-se um importante método para que as produções acadêmicas atinjam o desejado impacto na prática. Sobre o impacto da pesquisa aplicada, Fleury (2017):

Outra questão a ser colocada na definição de pesquisa aplicada diz respeito a sua capacidade de gerar impacto. Assim, a pesquisa aplicada pode ser definida como conjunto de atividades nas quais conhecimentos previamente adquiridos são utilizados para coletar, selecionar e processar fatos e dados, a fim de se obter e confirmar resultados, e se gerar impacto (Fleury, 2017, p. 11).

Segundo Freitas (2010) o termo “intervenção” causa um certo desconforto quando utilizado no meio educacional por retratar um período histórico no cenário político brasileiro relacionado a “padrões de valor de uma determinada época, marcada pela falta de liberdade e pela imposição” (p. 14), provavelmente, referindo-se ao período da ditadura militar brasileira conhecido historicamente por colocar em risco a democracia e a liberdade de expressão da população em busca de seus direitos.

Para Damiani e colaboradores (2013), pesquisas que trabalham com a intervenção pedagógica são caracterizadas por apresentarem investigações que envolvem o “planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências” (p. 57).

Para autores como Lüdke; Cruz e Boing (2009), Gil (2010), pesquisas que abordam a intervenção pedagógica tem como propósito contribuir para a solução de problemas práticos evidenciados, contrapondo-se às pesquisas de cunho básico as quais

objetivam-se apenas a ampliar os conhecimentos já adquiridos, não havendo preocupação com seus presumíveis benefícios práticos.

Tendo como orientação a abordagem qualitativa, nesta pesquisa, do tipo estudo de caso, nos apoiamos no processo interventivo e defendemos a ressignificação do termo “intervenção” no sentido de oportunizar melhorias no processo de ensino e aprendizagem na educação.

Para Damiani et al. (2013), as intervenções, tem por objetivo descrever de forma detalhada os processos e procedimentos desenvolvidos com o intuito de possibilitar avaliações e, produzir explicações sobre seus efeitos, fundamentada em dados e teorias pertinentes. Durante a elaboração dos relatórios das pesquisas do tipo intervenção, seguimos os processos sugerido pelos autores.

Neste caso, a pesquisa envolveu o planejamento e a aplicação de uma interferência pedagógica com o objetivo de realizar a avaliação de sua aplicabilidade a partir dos objetivos propostas na pesquisa. Para isso, apresentamos de forma separada os dois componentes principais apresentados por Damiani e colaboradores (2013), sendo eles: o método da intervenção (método de ensino) e o método da avaliação da intervenção (método de pesquisa propriamente dito).

Para os autores o método proposto na intervenção deverá ser descritivo, explicitando seu embasamento teórico além de justificar a adoção das diferentes práticas planejadas e implementadas. Já o método de avaliação da intervenção terá por objetivo descrever os meios instrumentais utilizados para a coleta e análise como resultados dos efeitos da intervenção.

Para um melhor detalhamento e entendimento da pesquisa, os instrumentos utilizados apresentarão de forma detalhada a justificativa para sua utilização indo ao encontro das ideias provenientes da teoria metodológica, esta parte do relatório explicita, o caráter investigativo da intervenção, tendo o foco na atuação do autor como pesquisador.

A pesquisa, descrita como intervenção pedagógica deverá apresentar dois elementos considerados essenciais para sua categorização, sendo eles: 1) os achados relativos aos efeitos da intervenção à respeito dos seus participantes e; 2) os achados relativos à intervenção propriamente dita, conforme explicitado por Damiani et al. (2013):

O primeiro grupo de achados volta-se à análise das mudanças observadas nos sujeitos participantes. Os dados referentes a essas mudanças, coletadas com o auxílio de diferentes instrumentos, são examinados à luz do referencial teórico que embasou a intervenção (Damiani et al., 2013, p. 63).

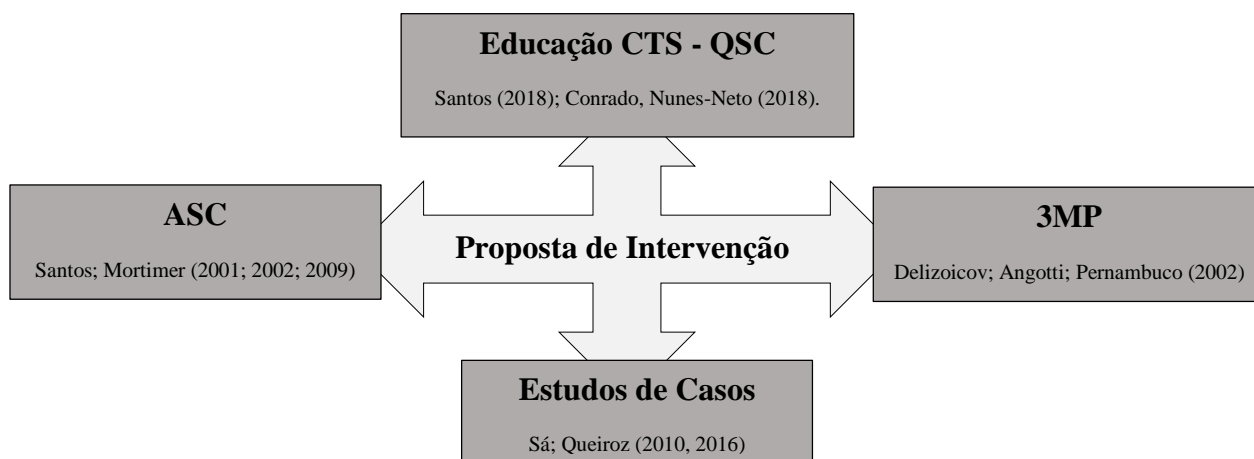
Já em um segundo momento ocorre a análise dos achados relativos à avaliação da intervenção propriamente dita ao descrever que tal categoria foca nos efeitos percebidos nos participantes da intervenção desenvolvida além de “discutir os pontos fracos e fortes da intervenção, com relação aos objetivos para ela traçados e, caso se aplique, julga as modificações que foram introduzidas durante seu curso, frutos das constantes reflexões realizadas durante o processo interventivo” (Damiani et al., 2013).

Sendo assim, cabe mencionar que o primeiro momento da intervenção busca envolver a participação dos sujeitos da pesquisa na construção de um quadro de referência para estudo de casos contextualizados. E, na sequência, compreendido como o segundo momento, a análise destes casos para avaliar a proposta de intervenção como um todo, considerando seus objetivos. No tópico a seguir, apresentamos aspectos relativos à proposta de intervenção, ou seja, do curso proferido aos licenciandos para a elaboração de casos, juntamente com o quadro de referência, que envolvam a análise das QSA.

3.3 Delineamento da Proposta

Para a fundamentação teórico-metodológica da proposta de intervenção, abordaremos referenciais sobre a elaboração de casos contextualizados amparados pela educação CTS (ECTS). Sendo assim, evidenciamos os principais elementos que foram desenvolvidos durante a elaboração, aplicação e avaliação da proposta de intervenção (curso), conforme indicado na Figura 1.

Figura 1. Referenciais teóricos-metodológicos da proposta de intervenção



Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa.

3.3.1 O método de elaboração de Casos para abordagem de QSA

O método de Estudo de Casos é uma variante do método de Aprendizagem Baseado em Problemas, também conhecido como *Problem Based Learning* (PBL), utilizado principalmente nos cursos de medicina, a princípio nas décadas de sessenta na escola de medicina da Universidade de McMaster no Canadá (Sá; Queiroz, 2010). Para as autoras, embora não tenha sido muito empregado em cursos de ciências no ensino superior o uso de casos tem se tornado frequente nos últimos anos.

Segundo Sá e Queiroz (2010), o estudo de casos possibilita o direcionamento por parte dos próprios estudantes à sua aprendizagem investigando aspectos científicos e sociocientíficos, sejam eles reais ou não, o que, neste cenário, permite uma maior complexidade em diferentes níveis de aprendizagem. Para isso, os casos trazem em seus contextos um leque de oportunidades as quais inevitavelmente será preciso apresentar ao leitor aspectos que o deixem interessado na resolução dos problemas apresentados.

Para Sá e Queiroz (2010), é essencial que o educador tenha disponível casos já construídos ou que ele mesmo produza o caso que será usado pelos alunos, o que poderá tornar ainda mais significativo o processo de ensino aprendizagem uma vez que, o professor poderá abordar temas regionalizados e personalizados, promovendo ainda mais o protagonismo do aluno durante o processo de ensino. Para isso os autores podem se utilizar de narrativas sobre dilemas contextualizados com a realidade local e que necessita de uma busca por soluções.

No entendimento de Herreid (1998), um bom caso deve apresentar uma utilidade pedagógica, ser relevante ao leitor, desperta o interesse pela questão abordada, ser atual levando o estudante a perceber que o problema é importante e que ele pode contribuir na tomada de decisões e busca por soluções para o problema, não ser muito extenso, sendo suficiente apenas para introduzir um fato, causar um desconforto a ponto de instigar o leitor a querer resolvê-lo, criando empatia pelos envolvidos, possuir personagens e um certo drama na situação pretendida (Apêndice F).

Ressalta-se também que, apesar de bons casos elaborados, é necessário que o professor também esteja apropriado da utilização do método, afim de melhor auxiliar os estudantes a analisarem os fatos apresentados, contextualizá-los com sua realidade, suas consequências, e, a partir de então, buscar maneiras de melhor resolver os problemas ali qualificados (Sá; Queiroz, 2010).

Uma outra possibilidade apresentada pelas autoras para auxiliar a elaboração de casos, pode ser a utilização de filmes que abordem questões relacionadas à fatos históricos e eventos com potencialidades de motivar discussões sobre temas sociais, econômicas e éticas relacionadas a ciência, tais temáticas são fontes de grande inspiração na elaboração de casos.

Para Sá e Queiroz (2010), é necessário que os professores tenham conhecimento das etapas a serem seguidas para a devida elaboração de um bom caso, para as autoras, a elaboração de um caso apresenta as seguintes etapas: 1) Escolha do assunto principal a ser destacado no caso - o caso desenvolvido deverá apresentar relevância dentro do contexto da disciplina a qual o professor abordará o método, deve estar relacionado a questões atuais e/ou controversas, tais como aquecimento global, desastres ambientais, questões sociais, pois tais temática atraem os alunos e promovem o interesse pelo caso; 2) Elaboração de uma lista com todos os conceitos/ habilidades/atitudes que se pretende abordar através da aplicação do caso – esta etapa se faz necessária para que durante a elaboração do casos sejam inseridas questões ou situações que auxiliem no desenvolvimento dos aspectos supracitados; 3) Elaboração de uma lista dos possíveis personagens – os quais deverão apresentar características pertinentes à situação geral neles apresentados, ou seja, os personagens criados devem refletir a problemática apresentada e despertar o sentimento de empatia no leitor; 4) Elaboração de uma série de questões para a discussão em sala de aula – Tais questões iram conduzir os alunos no reconhecimento de aspectos indispensáveis e possíveis de contemplarem discussões na busca pela solução do caso, tal abordagem também é apresentada por Conrado e Nunes-Neto (2018) como questões orientadoras a partir de objetivos de aprendizagem.

Para Herreid (1998) *apud* Sá e Queiroz (2010), as estratégias na abordagem dos casos podem se apresentar das mais diversas formas, segundo o autor, o método pode ser aplicado através de aula expositiva tendo o caso características de uma narrativa contada pelo professor; em formato de discussão apresentado como um dilema e os alunos são instigados a respeito de suas expectativas e motivados a responderem por possíveis soluções e, por fim, o formato de atividades em pequenos grupos. Neste modelo de abordagem os alunos devem solucionar a problemática que contempla um contexto social, para o autor, é necessário que o caso seja discutido por pequenos grupos no qual os estudantes deverão fazer a leitura, discutir os fatos apresentados, realizarem pesquisas diversos sobre a temática de forma individualizada e apresentam no encontro seguinte. Independente da estratégia utilizada o professor exerce a função de facilitador,

promovendo o protagonismo do aluno durante o processo de aprendizagem e na tomada de decisão na busca por soluções relacionados a aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos (Sá; Queiroz, 2010).

3.3.2 *Questões Orientadoras*

Utilizadas como ferramenta condutora com o objetivo de orientar e promover discussão sobre o tema proposto na busca por respostas em torno do caso desenvolvido e apresentado pelos licenciandos partiremos inicialmente pela elaboração de questões que incentivarão a aquisição de novos conhecimentos e apropriação de valores frente aos objetivos de aprendizagem previamente elaborados como orientado por Conrado; Nunes-Neto (2018).

Neste sentido, as questões orientadoras objetivam possibilitar a manifestação de indagações direcionadas as QSA evidenciada nos casos, e que permitam a associação do conhecimento adquirido ao cotidiano dos alunos, relacionando-os a abordagem CTS, permitindo e incentivando assim o posicionamento crítico e reflexivo dos licenciandos frente as problemáticas ambientais no contexto regionalizado.

Para tanto, as questões orientadoras são compreendidas como estratégia que favorecem a problematização de temas complexos, ao abordar os ASC, ampliam a compreensão sobre o papel social da ciência e, permitindo não apenas o acesso ao conhecimento científico como produto histórico e cultural, mas também como ferramenta de intervenção social.

As questões orientadoras desempenham um papel fundamental aos temas propostos, bem como possibilidade metodológica, conduzindo o estudante ao conhecimento proposto, ao delimitar as possíveis explorações no que se propõe em sala de aula. Tais questões, também reforçam a centralidade pedagógica da proposta elaborada potencializando uma abordagem investigativa no processo de elaboração do conhecimento.

Entendemos que a utilização das questões orientadoras no ensino de Ciências tem por foco superar a mera transmissão das informações, promovendo questionamentos que auxiliem os estudantes a avaliarem criticamente situações no campo procedimental quando no campo atitudinal, engajando-se em ações que envolvam a aquisição de novos conhecimentos, a resolução de problemas e a tomada de decisões (Conrado, Nunes-Neto, 2018).

3.3.3 *Objetivos de Aprendizagem*

Para Conrado e Nunes-Neto (2018), os objetivos de aprendizagem são apresentados a partir de uma visão compartimentada em três dimensões amparadas em uma abordagem CTS: Objetivos Conceituais; Procedimentais e Atitudinais.

O primeiro objetivo de aprendizagem apresentado pelos autores é a dimensão conceitual, com o objetivo de possibilitar ao estudante o acesso a informações conceituais direcionadas a abordagem QSC, tal aprendizagem se baseia predominantemente a um referencial epistemológico. Para uma melhor compressão da sua abordagem os autores também apresentam uma subdivisão dentro deste objetivo a partir de três categorias, sendo elas: fatos, conceitos e princípios.

De acordo com Conrado e Nunes-Neto (2018), os fatos, são apresentados como informações, acontecimentos, dados, eventos ou fenômenos concretos que acontecem de forma sistêmica e que podem ser memorizados e integrados aos conhecimentos dos estudantes, neste caso, os fatos não necessariamente precisam ser compreendidos pelos estudantes, mas, a memorização e reprodução são considerados suficientes. Um dos exemplos apresentados pelos autores com relação ao fato é a memorização do nome dos músculos na anatomia ou a classificação das rochas na geologia. Para esses conhecimentos, a memorização e reprodução por si só, são considerados suficientes

Quanto a categoria conceitos, os autores apresentam a necessidade da compreensão de seu significado de forma precisa, ou seja, o aluno necessariamente deverá apresentar os conhecimentos necessários relacionados ao termo, diferentemente dos fatos, os conceitos apresentam uma generalidade que se apresentam como um conjunto amplo de eventos, fenômenos ou fatos. Para os autores exemplos de conceitos relacionados ao ensino de ciências e biologia podem se apresentar através da biodiversidade, em que se caracteriza pela riqueza e abundância de espécies; função, que se conceitua pela capacidade em que uma determinada parte do sistema contribui para a execução final ao qual faz parte. Entretanto, segundo os autores os exemplos aqui apresentados dependerão sempre da perspectiva teórica, não sendo estes imutáveis e independentes de uma contextualização e relação da ciência com aspectos sociais e históricos influenciados por valores, necessidades e interesses.

Contudo, a categoria princípios segundo a concepção de Conrado e Nunes-Netos (2018), se apresenta mais adequada dentro da educação científica, para os autores, os

princípios abordam a mudança ou relação com os propósitos da ciência, se constituem enquanto elementos teóricos que permitem explicações, previsões e a própria descrição de determinado fato, ou seja, se apresentam enquanto elemento teórico para explicar fatos ou fenômenos, ainda em sua concepção, os autores apresentam alguns exemplos dentro do ensino de ciências do se caracteriza como categoria de princípios dentro dos objetivos de aprendizagem de caráter conceitual, tais exemplos são: “na biologia, seleção natural e exclusão competitiva; na física, a segunda lei da termodinâmica; na química, lei ou princípio da conservação da energia” (Conrado, Nunes-Neto, 2018, p.96).

Ainda segundo os autores, as atividades propostas para a aprendizagem a partir da abordagem dos objetivos de aprendizagem no que se refere à dimensão conceitual, deve estimular a mobilização de fatos, conceitos e princípios, nos mais diversos contextos dos quais foram apresentados em sala, ou no caso ao qual as QSC foram apresentadas, ou seja, a dimensão conceitual deve permitir uma associação dos conhecimentos adquiridos em sala com a vivência e a conexão com situações diversas.

A dimensão procedimental, para Conrado e Nunes-Neto (2018), apresenta-se a um campo metodológico, sendo ela dividida em três categorias. Para os autores as categorias são: Técnicas, procedimentos e métodos. Logo, compreendemos que a dimensão conceitual se apresenta como um conjunto de ações em busca da resolução de determinado problema.

Segundo os autores, a categoria técnica se caracteriza como sendo as atividades indispensáveis para a realização de um determinado procedimento, tais como “resenha de uma obra, a partir do destaque de pontos principais; análise de argumento, por meio de sua estrutura; seleção de materiais, conforme palavras-chave do assunto; classificação de elementos em um conjunto com base em algum critério” (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Já na categoria procedimentos, destaca-se a representação por ações. Para Zabala (1998), os procedimentos são representados pela elaboração de um argumento; desenvolvimento de um determinado gráfico ou ainda, pela elaboração de uma maquete que irá permitir ao estudante desenvolver habilidades e competências a partir de uma percepção significativa. Na perspectiva apresentada pelos autores a categoria métodos representa uma visão muito mais ampla, ou seja, uma perspectiva mais geral de uma determinada ação envolvendo uma diversidade de técnicas e procedimentos, para isso, os autores trazem alguns exemplos sendo eles: a descrição; comparação; explicação e a experimentação.

A abordagem dos conteúdos desta dimensão deverá se apresentar a partir de circunstâncias que representem significado para que os estudantes identifiquem de forma objetiva e de certa forma palpável a necessidade e importância do método ou técnica, pois na abordagem de uma QSC é essencial que os estudantes envolvidos sejam orientados e acompanhados durante este percurso, sendo indispensável momentos de auxílio e explicação (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

A dimensão atitudinal, tem por finalidade alcançar os objetivos propostos no campo educacional, desenvolvendo um senso crítico com relação às ciências, incentivar a pro atividade no diagnóstico de possíveis problemas sociais e a capacidade de identificar mecanismos para resolvê-los, ou seja, na busca por soluções das problemáticas (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Segundo Conrado e Nunes-Neto, a dimensão atitudinal se caracteriza por evidenciar predominâncias de caráter ético-político. A dimensão conceitual se divide em três categorias, sendo elas: valores, normas e atitudes. Para os autores, os valores são caracterizados por apresentarem critérios para juízo moral, refletindo significativamente sobre condutas com base na ética. Já as normas, se apresentam como padrões ou regras de comportamento estabelecidos e compactuado para um determinado grupo ou coletividade. Diferentemente das outras categorias apresentadas pelos autores, as atitudes são tendências ou predisposições de conduta dos sujeitos com base em normas e valores (Conrado; Nunes-Netos, 2018).

Neste sentido compreendemos que a dimensão atitudinal se solidifica através do envolvimento afetivo pois, submerge na avaliação das normas e valores apresentados na problemática evidenciada. Ou seja, a dimensão atitudinal dos conteúdos por meio aprendizagem de valores, normas e atitudes tende a ser complexificada por envolver “em maior grau, elementos de afetividade e interesse; influenciar na compreensão e a reflexão sobre as dimensões conceituais e procedimentais relacionadas ao conteúdo; e, ainda, abrange a rede de relações estabelecidas no ambiente educativo” (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

3.3 Os 3 Momentos Pedagógicos e a organização da proposta de intervenção

Conforme mencionado nos fundamentos didáticos-pedagógicos, a nossa proposta de intervenção foi organizada considerando os 3 Momentos Pedagógicos (3MP) (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002). O primeiro momento pedagógico “problematização inicial”, objetivou elucidar o conhecimento prévio dos participantes sobre QSA e a metodologia de ensino “estudo de caso”. Sendo assim, por meio de um questionário (Apêndice E) utilizado para inscrição no curso, além dos conhecimentos sobre o estudo de caso no ensino de ciências, também solicitamos que exemplificassem problemáticas socioambientais referentes ao contexto tocantinense.

Além do questionário, no primeiro encontro utilizamos documentários que envolvem temas referentes às problemáticas socioambientais, com o objetivo de estimular os participantes a adotar uma postura crítica diante das situações apresentadas, levando-os a perceber a necessidade de adquirir novos conhecimentos que ainda não possuem (Delizoicov, 1982; Delizoicov; Angotti, 1992; Delizoicov; Angotti, 1994; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002; Muenchen, 2010).

Para explorar os conhecimentos indispensáveis para a compreensão dos temas oriundos do processo realizado na problematização inicial, nos pautamos nas orientações sobre o segundo momento pedagógico, compreendido como “organização do conhecimento”. Sendo assim, utilizamos de referenciais teóricos sobre as inter-relações CTS com foco nas QSA, abordagem de ASC e elaboração/aplicação de estudos de casos contextualizados.

O terceiro momento pedagógico compreendido como “aplicação do conhecimento” destinou-se à abordagem sistemática do conhecimento adquirido pelos participantes, com o intuito de analisar e interpretar tanto as situações iniciais que os motivaram ao estudo quanto outras. Nesse momento utilizamos dos ASC e da elaboração de questões orientadoras, para análise das problemáticas socioambientais escolhidas pelos participantes. O momento culminou na elaboração do que chamamos de “quadros de referência” para estudo das QSA considerando um caso elaborado pelos participantes.

Os encontros propostos apresentam uma abordagem progressiva e integrada ao desenvolvimento das habilidades necessárias para a elaboração de casos que abordem temáticas direcionadas aos aspectos socioculturais relevantes às problemáticas de caráter socioambiental no estado do Tocantins, visando não apenas o aprendizado de conceitos,

mas também o engajamento crítico com questões socioambientais e o desenvolvimento de conhecimentos práticos.

Através da identificação dos saberes prévios no primeiro encontro, os participantes são convidados a refletir sobre suas próprias experiências e percepções. Nos encontros seguintes, com ênfase nos problemas ambientais no estado do Tocantins. Os participantes serão orientados a compreender a relevância dos conteúdos para o contexto local e sua influência na sociedade em que estão inseridos.

A partir do terceiro encontro, a utilização de casos como ferramenta de ensino permitirá a elaboração de um quadro de referência, fundamentado na abordagem dos ASC e de questionamentos orientadores estimulando a análise crítica e a proposição de soluções. O quarto encontro direcionado para o desenvolvimento de habilidades práticas para elaboração de Casos sobre problemas ambientais locais.

Para tal, os objetivos de aprendizagem giram ao entorno do desenvolvimento de casos a partir das problemáticas contextualizadas com propósito de desenvolver a capacidade os participantes para identificar, desenvolver e avaliar casos direcionados às problemáticas ambientais e suas implicações de maneira regional.

Por fim, o quinto encontro visa promover a troca de ideias e a reflexão coletiva, enriquecendo os casos elaborados pelos grupos com contribuições significativas. Assim, a proposta de intervenção pensada e elaborada para as turmas de licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Norte do Tocantins, ao unir teoria e prática, objetiva proporcionar aos participantes uma experiência sobre a abordagem de QSA.

Em referência à orientação dos 3MP para o desenvolvimento da proposta de intervenção, no Quadro 2, apresentamos as considerações relacionadas à Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e, Aplicação do Conhecimento (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002), seguido do Quadro 3, onde são discriminados os objetivos referentes a cada encontro da proposta de intervenção.

Quadro 2. Considerações sobre os 3MP para a realização da proposta de intervenção.

1º Momento Pedagógico
Foi elaborado um questionário semiestruturado (Apêndice E) com o intuito de os participantes realizarem a inscrição e também descrever suas percepções sobre QSA. Neste primeiro momento, os participantes serão instigados a exporem seus conhecimentos prévios a respeito das problemáticas ambientais. Espera-se que os participantes reflitam e percebam a necessidade de buscar novos conhecimentos sobre problemáticas ambientais regionais.
2º Momento Pedagógico
Apresentação dos conhecimentos científicos e conceituais necessários para a compreensão da problemática ambiental, por meio de casos, situações reais a partir da vivência dos

participantes, apresentando questionamentos, explorando possíveis soluções para as problemáticas levantadas.
3º Momento Pedagógico
Momento destinado a aplicação do conhecimento apropriado pelos participantes. Orientação para elaboração do Quadro de Referência para o estudo da problemática ambiental; Exposição dos casos elaborados; Avaliação da proposta de intervenção a partir da análise das relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais expressas pelos participantes.

Fonte: Autor da pesquisa.

Quadro 3. Objetivos dos encontros da proposta de intervenção

Encontros	Descrição dos Objetivos
1º) Levantamento e exposição geral sobre os conhecimentos prévios evidenciado pelos graduandos sobre as QSA.	Levantar informações sobre os saberes dos estudantes acerca da temática trabalhada nas aulas seguintes e exposição de vídeos que retratem a problemática.
2º) Temáticas Socioambientais no contexto tocantinense.	Abordar evidências da presença de problemas ambientais dentro do estado do Tocantins.
3º) Apresentação dos Casos por Meio de Assuntos Controversos.	Evidenciar o uso de casos como possibilidade de abordagem para QSA.
4º) Elementos necessários para a elaboração dos casos.	Desenvolver habilidades para elaboração de casos na perspectiva da ECTS, considerando os ASC.
5º) Casos contextualizados	Apresentar os casos e o quadro de referência para seu estudo.

Fonte: Autor da pesquisa.

Diante da relevância do método de EC, aliado à utilização de questões orientadoras e dos objetivos de aprendizagem evidenciados por Conrado e Nunes-Neto (2018), na perspectiva da ECTS, compreende-se a importância de estratégias pedagógicas que promovam o protagonismo discente e a contextualização dos conhecimentos com base nos 3MP, descritos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) e Muenchen (2010).

No capítulo seguinte, serão apresentados e analisados os casos elaborados como resultados obtidos com a aplicação da proposta, destacando as percepções dos participantes, os desafios enfrentados e as contribuições do processo para a formação crítica e engajada dos futuros professores de Biologia sobre a utilização dos EC para a abordagem das QSA no contexto do estado do Tocantins.

Compreendendo a importância de situar os participantes dentro de uma realidade próxima, a contextualização geográfica e sociocultural do estado do Tocantins se apresenta como ponto de partida essencial para a elaboração dos casos. Essa fundamentação permitirá evidenciar como QSA locais podem ser exploradas pedagogicamente por meio da elaboração de casos na perspectiva da ECTS.

4. ABORDAGEM DE QSA POR MEIO DE CASOS CONTEXTUALIZADOS

Neste capítulo, iremos apresentar a descrição detalhada das etapas de cada encontro da proposta de intervenção sobre os princípios orientadores para a abordagem das QSA. Sendo assim, as análises das atividades realizadas pelos participantes serão apresentadas tecendo considerações sobre os limites e potencialidades da ação desenvolvida.

Para iniciarmos a descrição sobre os encontros realizados, indicamos a seguir características geográficas e socioculturais do estado do Tocantins, visto que a proposta de intervenção visou abordar temas referentes às QSA do contexto tocantinense.

4.1 Localização geográfica e contexto sociocultural do Tocantins

Localizado na região Norte do Brasil, o estado do Tocantins encontra-se em uma zona de transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, apresentando características ecológicas singulares e elevada biodiversidade. Seu território é atravessado por importantes bacias hidrográficas, que desempenha papel fundamental no abastecimento hídrico, agricultura e na geração de energia elétrica (Morais, 2014).

Do ponto de vista cultural, o estado é marcado por uma variada diversidade, resultante da confluência de povos indígenas originários, descendentes de comunidades quilombolas e migrantes, sobretudo, da região Nordeste (Morais, 2014; Antero, 2016; Brito, 20017). Essa pluralidade manifesta-se em práticas religiosas, festas populares, saberes tradicionais e expressões artísticas que compõem o rico patrimônio cultural tocantinense que se manifesta através de danças, comidas e manifestações religiosas.

No campo ambiental, o Tocantins abriga unidades de conservação de grande relevância, como o Parque Estadual do Jalapão, Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, Monumento Natural das Árvores Fossilizadas (MONAF), o Parque Estadual do Cantão e a Ilha do Bananal, reconhecida como a maior ilha fluvial do mundo, que juntos refletem biodiversidade do estado.

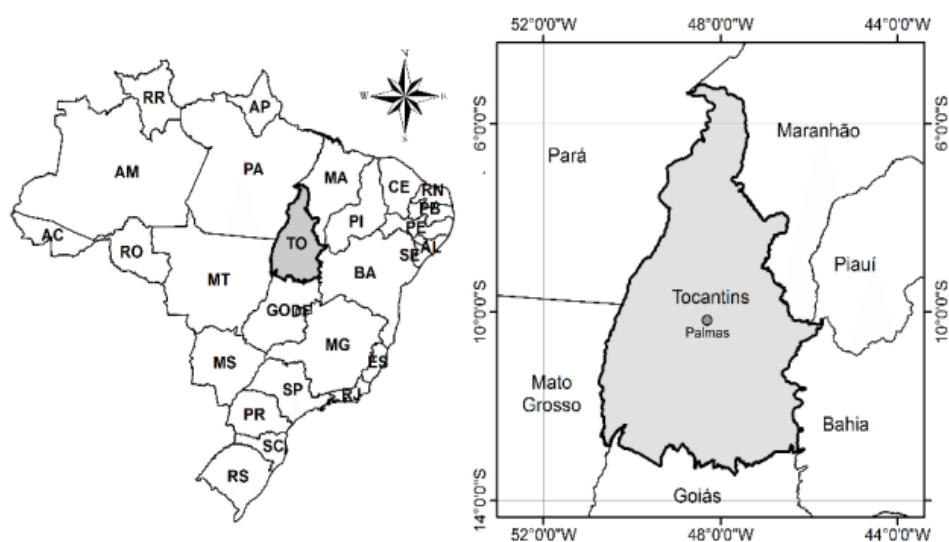
Entretanto, apesar de seu potencial ecológico, o mais novo estado da federação ainda enfrenta sérios desafios. Entre eles, o avanço do desmatamento, a intensificação da fronteira agrícola (MATOPIBA)¹⁰, especialmente voltada para a produção grãos como

¹⁰ MATOPIBA é um acrônimo que se refere a uma região no Brasil formada pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, conhecida como uma nova fronteira agrícola no país.

soja e milho, ocasionando uma forte pressão sobre comunidades tradicionais, cujos modos de vida frequentemente entram em conflito com os interesses do agronegócio e da expansão territorial (Bolfé et al, 2016; Pitta, Mendonça e Boechat, 2017; Pereira, 2018).

Nesse contexto de complexidade ambiental, social e econômica, destaca-se o município de Araguaína, situado ao norte do estado, com população superior a 180 mil habitantes, segundo dados do IBGE (2022), Araguaína configura-se como a segunda cidade mais populosa do estado, atrás apenas da capital, Palmas. Sua localização privilegiada, próxima à divisa com os estados do Pará e Maranhão e cortada por importantes rodovias (BR-153), destacando o município por sua grande relevância logística e comercial, sendo um ponto de escoamento de produtos agropecuários e industriais (Morais, 2014). Na Figura 2, na cor vermelha, destacamos a localização do município de Araguaína no mapa do estado do Tocantins.

Figura 2. Localização do estado do Tocantins, Brasil.



Fonte: Patriota et. al, 2017.

Economicamente, Araguaína apresenta forte potencial no setor agropecuário. No entanto, para De Sousa (2012) e Morais (2014), assim como ocorre no restante do estado, Araguaína enfrenta desafios significativos, tais como a expansão urbana desordenada, a precariedade das áreas periféricas, a crescente pressão sobre os recursos naturais e a alta demanda por serviços públicos essenciais. Essas questões fazem com que o município represente, de forma emblemática, tanto os desafios quanto as potencialidades do

Tocantins contemporâneo. Para Antero (2017), trata-se de uma cidade em franca expansão, que requer a implementação de políticas públicas integradas, capazes de promover um desenvolvimento equilibrado em todas as suas dimensões ao mencionar que “a expansão urbana não se faz acompanhar dos serviços e equipamentos universais, necessários à população” (Antero, 2016, p. 13).

Reconhecendo a necessidade em discutir temáticas pertinentes ao contexto tocantinense, os grupos foram orientados a desenvolver uma proposta que envolve a elaboração de estudos de casos que ilustram diferentes questões ambientais articulando conhecimento científico, realidade local e experiências vivenciadas por comunidades impactadas pelas transformações no uso e gestão dos recursos naturais.

4.2 Os Encontros

O planejamento do curso foi organizado em cinco encontros, conforme descrito no Plano de Aulas (Apêndice D). Participaram do curso 20 licenciandos, com idades variando entre 20 e 39 anos, sendo 12 participantes matriculados na disciplina de Metodologia do Ensino de Biologia I, e 8 participantes matriculados na disciplina de Estágio Supervisionado, ambos do sexto período. No Quadro 3, são apresentados os temas abordados nos cinco encontros. Para realização da pesquisa a mesma foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa.¹¹

Quadro 4. Conteúdos abordados nos encontros do curso “Abordagem de QSA por meio do Estudo de Casos controversos”.

Nº	Temas dos encontros	Datas
1.	Apresentação da proposta e levantamento das concepções prévias	05/05/2023
2.	Enfoque CTS e temáticas socioambientais referentes ao contexto tocantinense	12/05/2023
3.	Orientações para elaboração de Casos por meio de temas controversos	19/05/2023
4.	Revisão e organização dos grupos sobre elementos necessários para a elaboração dos casos (quadro de referência)	26/05/2023
5.	Apresentação dos casos e do quadro de referência elaborados pelos participantes	02/06/2023

Fonte: Autor da pesquisa.

¹¹ Aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (ver Apêndice A, B e C) sob parecer: 6.854.379.

Objetivamos no primeiro encontro identificar os conhecimentos prévios dos participantes a respeito das problemáticas ambientais. No segundo e terceiro encontros, trabalhamos com a fundamentação teórico-metodológica para abordagem das QSA na perspectiva da ECTS, evidenciando os ASC (históricos, políticos, econômicos, culturais, ambientais, éticos e morais) como também as orientações para a elaboração de casos conforme Sá e Queiroz (2010).

Nos últimos dois encontros trabalhamos com a elaboração de casos para abordagem de problemáticas ambientais a partir da construção de um quadro de referência que pudesse orientar no estudo da problemática escolhida. E, por fim, o último encontro foi destinado à apresentação dos casos elaborados pelos licenciados enquanto propostas de ensino.

Para descrição sobre os encontros realizados, optamos por organizá-la em três blocos, sendo que: **Bloco I:** referente à introdução conceitual das QSA, em que será observada as descrições do primeiro e segundo encontro; **Bloco II:** sobre o quadro de referência para abordagem de QSA, sendo constituído pelas descrições em parte do segundo e do terceiro encontro e; **Bloco III:** sobre a apropriação dos conhecimentos, a partir da descrição dos últimos dois encontros.

4.2.1 *Bloco I: Introdução às QSA*

No **primeiro encontro**¹², trabalhamos com a elucidação de conhecimentos prévios sobre as QSA. Como ponto de partida, realizamos uma breve apresentação dos participantes identificando as expectativas e identificando se os participantes já tinham algum conhecimento sobre a utilização da estratégia de Estudo de Casos a partir de uma perspectiva controversa, neste momento alguns alunos relataram já terem conhecimento da utilização de casos como recurso de ensino, entretanto, não tinham conhecimento da metodologia direcionada ao estudo das QSA.

Em seguida, realizamos uma dinâmica (Figura 3), cujo objetivo principal era fazer com que eles percebessem a importância do trabalho coletivo na resolução de problemas, permitindo também a maior aproximação entre os componentes, tendo em vista que se

¹² As descrições sobre os encontros são oriundas dos relatos presentes no caderno de campo do pesquisador, sendo importante considerar que algumas situações específicas podem não ter sido percebidas pelo pesquisador.

tratava de participantes de duas turmas diferentes. Além disso, as ações a serem desenvolvidas no decorrer dos próximos encontros seriam em grupo.

Figura 3. Orientações para a execução da dinâmica.



Fonte: Autor da pesquisa.

Após a realização da dinâmica, seguimos com o segundo momento do encontro. Optamos por realizar a exposição de dois documentários, o primeiro intitulado: **Ilha das flores**¹³ que retrata a história de uma comunidade carente que sofre com a ausência do poder público e tem seus direitos básicos negligenciados; e o segundo documentário: **A história das coisas**¹⁴ que narra o caminho pelo qual um produto, bem ou serviço percorre até chegar no consumidor final.

No decorrer do documentário enfatiza-se o processo de exploração dos recursos naturais, o transporte até as indústrias de beneficiamento, o processo de produção sua distribuição seu consumo e seu rápido descarte dentro de um ciclo não sustentável de produção, além de destacar a exploração da mão de obra das pessoas envolvidas no processo de produção de tais bens. Objetivamos a partir da exposição dos documentários suscitar discussões sobre as relações entre a produção científico-tecnológica e o meio ambiente.

Durante a exposição dos dois documentários, entregamos aos participantes um roteiro com perguntas orientadoras (Quadro 5) assumindo ser uma ferramenta diagnóstica, que nos permitiria reorganizar os próximos encontros, caso necessário, considerando os conhecimentos prévios já apresentados pelos participantes.

¹³ O documentário retrata o modo de produção e consumo baseado nos moldes do sistema capitalista, que gera o consumismo exagerado e a desigualdade social. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=h30BO_6kFNM.

¹⁴ A produção aborda o processo de consumo instalado na sociedade, apontando para a necessidade de um modelo de produção mais justa e sustentável. <https://www.youtube.com/watch?v=7qFiGMSnNjw>.

Figura 4. Exposição dos documentários.

Fonte: Autor da Pesquisa.

Quadro 5. Questionamentos orientadores para observação dos documentários.

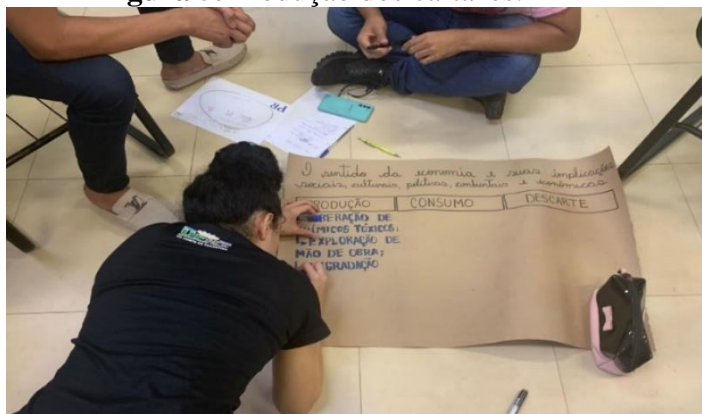
Documentário “Ilha das Flores”
1. Onde (local) o documentário se passa?
2. O documentário gira em torno de que produto?
3. Quais características anatômicas e fisiológicas são apresentadas como essenciais para distinguir os seres humanos de outros animais?
4. Como as relações sociais são evidenciadas durante o documentário?
5. O documentário apresenta alguma relação entre os seres humanos e as Questões Socioambientais? Se sim, quais?
6. Porque o documentário se chama “Ilha das Flores”?
7. Quais relações econômicas são apresentadas no desenrolar do documentário?
8. Como a cadeia produtiva do tomate é explicitada no documentário?
9. Quais as consequências do descarte inadequado dos resíduos sólidos apresentados para os seres Humanos e o meio ambiente?
10. Você conhece a história do césio 137 apresentada no documentário?
11. O que diferencia a vendedora de perfumes das pessoas que coletam os restos de alimentos que serão jogados aos porcos?
Quais reflexões o documentário traz sobre as QSA e as relações econômicas, políticas e sociais no estado do Rio Grande do Sul, mas que reflete a realidade de todo o Brasil?
Documentário “A história das coisas”
1. Qual país é retratado no documentário?
2. Qual a problemática apresentada ao sistema linear de extração e produção de bens?
3. Quais interesses são evidenciados entre o governo e as corporações empresariais?
4. Quais as consequências da escassez dos recursos naturais levando em consideração o estilo de vida norte americano?
5. Como o Bioma Amazônico é apresentado no vídeo?
6. Durante o vídeo a apresentadora evidencia algumas consequências dos químicos tóxicos para a saúde dos seres humanos, quais pessoas são as mais atingidas e por quê?
7. Para você, onde as Questões Socioambientais são evidenciadas no vídeo?
Quais reflexões o documentário traz sobre as QSA e as relações econômicas, políticas, sociais e culturais levando em consideração a realidade do Brasil?

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa.

Com o objetivo de que os participantes fossem conduzidos à novas observações apresentadas pelos documentários repetimos a exposição, mas agora com os questionamentos orientadores elaborados previamente com o intuito de oportunizarmos um momento reflexivo sobre as problemáticas evidenciadas pelos documentários. Em seguida, solicitamos que se organizassem em grupos a seus critérios, de modo que os grupos criados permanecessem com os mesmos integrantes até o final do curso.

No terceiro momento do encontro, propusemos que apresentassem as situações, problematizações que observaram nos documentários sobre as QSA evidenciando as relações econômicas, políticas, sociais, culturais e ambientais. Para isso, distribuímos materiais que possibilitassem aos grupos a elaboração de esquemas, mapas conceituais, fluxogramas ou tópicos nos quais os grupos poderiam usar a criatividade.

Figura 5. Produção dos cartazes.



Fonte: Autor da pesquisa.

Em seguida, os grupos foram convidados a expor o material que produziram destacando as relações entre as problemáticas ambientais evidenciadas e os ASC (Figura 6), o que possibilitou discussões sobre o sistema capitalista de produção, exploração de bens, serviços e recursos naturais dentro da cadeia produtiva.

Observamos o engajamento dos licenciandos na finalização do primeiro dia do curso, nos possibilitando reconhecer que, embora não tivessem clareza dos aspectos conceituais para abordagem das QSA, apresentaram considerações com níveis elaborados de conhecimento, pois destacaram, na apresentação dos trabalhos produzidos, temas como: o sentido da economia e suas implicações sociais, culturais, políticas e ambientais, com ênfase na forma linear de desenvolvimento econômico relacionada à liberação de químicos tóxicos, à exploração da mão de obra e à degradação ambiental. Os aspectos relacionados ao consumo foram associados ao custo de produção e ao perfil consumista

da população, incentivado pela mídia e pelo marketing capitalista, em prol da lucratividade e da manutenção da ideologia consumista em geral.

Com relação ao descarte, os grupos enfatizaram a falta de políticas que regulamentem ou obriguem as empresas a recolherem parte do material produzido, uma vez que tais materiais podem estar relacionados ao surgimento de doenças.

Também foram evidenciados pontos como: conservação, preservação, agroecologia, produção ecológica, extração consciente, ciclo de produção, reaproveitamento, reciclagem e obsolescência programada.

Acreditamos que um fator preponderante para essa constatação se deve ao período em que se encontravam em específico ao contato com a disciplina de conhecimento e realidade socioambiental ministrada no segundo período¹⁵ do Curso de licenciatura em Biologia pela UFT – *Campus* de Araguaína.

Para contribuir com a interação entre os participantes e divulgação de conteúdos e atividades propostas, criamos um grupo de *WhatsApp* compostos por todos os integrantes inscritos, tendo como administradores o mestrando pesquisador e a professora orientadora do projeto de pesquisa.

Após o primeiro encontro solicitamos aos grupos (G1; G2; G3 e G4) que apresentassem dois temas que consideravam ser uma QSA relacionada ao território do estado do Tocantins. Para isso, sugerimos que os participantes enviassem no grupo de *WhatsApp* o nome dos temas escolhidos. No Quadro 6, apresentamos as temáticas escolhidas pelos grupos.

Figura 6. Exposição dos cartazes.



Fonte: Autor da pesquisa.

¹⁵ Matriz curricular de 2018, referente ao Projeto Político do Curso de licenciatura em Biologia pela UFT – *Campus* de Araguaína.

Quadro 6. Temáticas ambientais escolhidas pelos participantes do curso, considerando o território tocantinense.

Grupo 01	Impactos da barragem no rio Tocantins.
	Lançamento de esgoto no corpo hídrico da cidade.
Grupo: 02	Ciclo do Fogo (Tocantins).
	Os impactos do lixo à céu aberto no estado do Tocantins.
Grupo: 03	Descarte inadequado do lixo em Araguaína – TO.
	Assoreamento do Rio Lontra em Araguaína – TO.
Grupo: 04	O uso da água do Lençol Freático
	O problema da domesticação de animais silvestres.

Fonte: Autor da pesquisa.

4.2.2 Bloco II: Base Teórica para a compreensão das QSA.

Para o **segundo encontro** realizamos uma breve revisão do que havia sido discutido no encontro anterior, para isso, apresentamos algumas fotos do conteúdo dos cartazes para que os licenciandos relembassem as discussões.

Abordamos com base nos pressupostos da ECTS, o conceito de QSA, apoiados em Santos, et al. (2018), os quais indicam que a natureza conceitual de uma QSA necessariamente envolve uma problemática, apresenta uma controvérsia em torno da relação social e científico-tecnológica, exige a tomada de decisão e, não apresentam conclusões simples, envolvendo valores éticos e morais.

Tais reflexões nos permitiram suscitar questionamentos sobre os temas socioambientais locais indicados pelos participantes (Quadro 6), o que permitiu despertar a necessidade de compreender a origem da problemática, e principalmente, os condicionantes sociocientíficos referentes à problemática.

Após as exposições iniciais sobre as temáticas escolhidas pelos participantes, apresentamos um estudo sobre a origem do termo “socioambiental” e um breve histórico do movimento CTS e dos pressupostos da ECTS, defendida por assumir que a sociedade também deverá ter condições de avaliar e participar das decisões sobre os rumos do desenvolvimento científico e tecnológico. Neste momento, os licenciandos apresentaram situações em que a ciência e a tecnologia se fazem presente no nosso dia a dia o que possibilitou problematizar a relação entre a produção científico-tecnológica e as QSA.

Para o entendimento dos ASC referentes ao estudo de QSA, apresentamos uma tabela com explicações conceituais sobre as dimensões científico-tecnológicas, políticas, econômicas, ambientais, socioculturais, atitudinais/valores éticos e morais, para que os

licenciandos pudessem associar os ASC às QSA em um contexto regionalizado, para isso usamos como referência Santos e Mortimer (2009).

No último momento do encontro, expusemos um quadro com diversas problemáticas socioambientais do estado do Tocantins e especificamente da cidade de Araguaína-TO, tais como: temporada de praias; temporada de chuvas; queimadas; doenças virais (dengue); monocultura; via lago (áreas de acesso a bairros pobres e ponto turístico e de lazer da cidade); abertura de novos loteamentos; barragens hidrelétricas; uso da água do lençol freático; córrego neblina; Via norte (Avenida de acesso ao centro da cidade); uso de defensivos agrícolas e o período de piracema nos rios do estado ou que fazem divisa com outros territórios. Além disso, entregamos reportagens impressas, retiradas do “Portal do Jornal Anhanguera - G1 Tocantins” que retratavam problemáticas ambientais vivenciadas nos últimos anos pela população tocantinense, como por exemplo: “Nove em cada dez cidades do Tocantins utilizam lixões”; “Imagens de satélite mostram assoreamento em rio e especialista alerta para risco de inundações”

Para que os grupos tivessem uma melhor exemplificação sobre os ASC em um contexto das QSA apresentamos um trabalho de conclusão de curso de uma aluna do curso de licenciatura em Biologia (UFT, Campus de Araguaína), que abordou os ASC de um estudo de caso sobre o tema MATOPIBA¹⁶, (envolve os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, conhecido como uma nova fronteira agrícola na produção de grãos).

Em continuidade, solicitamos aos grupos que a partir da temática escolhida elaborassem um quadro contendo os ASC relacionados à problemática escolhida. Essa atividade foi realizada no período de uma hora e meia, sendo permitido consultas aos referenciais teóricos. As temáticas escolhidas pelos grupos foram: G1: “Barragem de Estreito-MA”; G2: “Assoreamento do rio Lontra”; G3: “Ciclo do fogo” e G4: “Uso da água do lençol freático”. Para finalizar o encontro, os grupos realizaram as apresentações sobre a identificação dos ASC das temáticas escolhidas.

Para a exposição dos ASC identificados pelos participantes, optamos por apresentá-los em conjunto com os casos elaborados, de modo que a apresentação envolverá todos os elementos trabalhados para a análise da QSA constituída no que

¹⁶ Segundo a Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária, MATOPIBA é uma região formada pelo estado do Tocantins e partes dos estados do Maranhão, Piauí e Bahia, onde ocorreu forte expansão agrícola a partir da segunda metade dos anos 1980, especialmente no cultivo de grãos. O nome é um acrônimo formado pelas siglas dos quatro estados (MA + TO + PI + BA).

chamamos de “Quadro de referência para estudo das QSA”, exposto com maior detalhamento no tópico “4.3 Os Casos”.

O terceiro encontro, foi direcionado ao entendimento de “controvérsias sociocientíficas – ambientais”. Em um primeiro momento abordamos o significado da própria palavra retratando seu caráter sobre opiniões distintas e divergentes sobre determinado assunto, o que fez com que os licenciandos refletissem sobre a própria origem epistemológica do termo controvérsia. Em seguida, realizamos discussões sobre a diferença entre ética e moral o que permitiu grandes discussões e momentos de tirar dúvidas sobre a diferença entre os dois termos na contemporaneidade, para tais discussões utilizamos referenciais de Cremonese (2019), ao mencionar que:

[...] por ética entendemos princípios, valores, hábitos e costumes que foram criados pelo homem para que pudesse viver em sociedade. Por outro lado, a moral está ligada a ações mais particulares, permeada de um forte apelo religioso.

Para tanto, utilizamos exemplos indicados por Silva (2016), sobre as controvérsias de temas CTS: aborto, aquecimento global, transgênicos e a eutanásia. Para cada tema CTS, apresentamos aspectos gerais suas representações sociais, culturais, religiosas e discutimos sobre os elementos conceituais predominantes. À exemplo, o tema aborto, possui elementos conceituais predominantes de caráter socioculturais, religiosos em contraponto aos elementos técnicos, no caso direcionado à indústria farmacêutica e ao conceito de “vida”.

Para indicar a abordagem das controvérsias no ensino de ciências, destacamos os objetivos da abordagem das QSC, e como as pesquisas tem evidenciado as implicações na formação para desenvolvimento da capacidade argumentativa, tomada de decisão, desenvolvimento do pensamento crítico. Sendo assim, incentivamos os participantes a identificarem as controvérsias a serem abarcadas nas problemáticas socioambientais escolhidas por eles.

Na ocasião, os integrantes de cada grupo se sentiram motivados a apresentar as possíveis controvérsias que poderiam ser identificadas nas temáticas escolhidas. EM continuidade, apresentamos orientações sobre a evidenciação de controvérsias de cunho sociocientífico-ambiental. Para isso, destacamos os quatro elementos de Silva et al. (2018): ter relação com a ciência e tecnologia; se constituir em um dilema social

(ambiental); apresentar uma controvérsia de ordem moral e necessariamente conduzir a uma tomada de decisão.

No terceiro momento, apresentamos o método do estudo de casos como uma estratégia metodológica para abordagem de QSA, evidenciando o surgimento do método enquanto variante do método conhecido como “Aprendizado Baseado em Problemas”. Em relação ao ensino das QSA, o método deverá consistir na utilização de narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que devem de alguma forma emitir julgamentos e tomar decisões dentro do contexto do caso construído. Neste momento, os acadêmicos começaram a visualizar as implicações do método a partir das problemática ambientais.

4.2.3 Bloco III: Apropriação dos Conhecimentos

No **quarto encontro** trabalhamos os elementos considerados essenciais para se desenvolver um bom caso, destacados no livro “Estudo de Casos no Ensino de Química” de Sá e Queiroz (2010), sendo eles: ter utilidade pedagógica; ser relevante para o leitor; despertar o interesse pelo caso; ser atual; ser objetivo e incentivar o conflito de opiniões, além de possibilitar a empatia com os personagens e o principal, conduzir os leitores a uma tomada de decisão.

Também abordamos as considerações de Conrado e Nunes-Neto (2018), sobre a proposta de ensino que envolvem o estudo das QSA, em referência à mobilização das dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos. Para tanto, exemplificamos a descrição dos objetivos de aprendizagem apresentando diversos casos presentes no livro “Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Em um segundo momento, após as discussões, propomos uma atividade em que os grupos deveriam identificar os objetivos de aprendizagem propostos por Conrado e Nunes-Neto (2018), considerando a temática escolhida e necessariamente contemplar uma controvérsia sociocientífica (ambiental). Na ocasião, os licenciandos levantaram várias hipóteses que poderiam ser associadas e trabalhadas nas próprias temáticas escolhidas pelos grupos. Também solicitamos que os grupos comesçassem a desenvolver a ideia do “Caso” levando em consideração todos os aspectos já trabalhados (Figura 7).

Figura 7. Organização dos grupos para a elaboração dos casos e do quadro de referência.



Fonte: Autor da pesquisa.

No último momento da aula, apresentamos um breve roteiro sobre como deveriam ser realizadas as apresentações no último encontro do curso, destacando o tempo previsto para cada grupo e os itens necessários, tais como: a justificativa para a escolha do tema; os ASC identificados para o tema, a relação da problemática com os aspectos da natureza conceitual da QSA, discriminando a relação com a produção científico-tecnológica; apresentar que/quais controvérsias poderiam ser abordadas; além de identificar turma/série da Educação Básica que a proposta seria destinada.

No quinto e último encontro, cada grupo expôs a justificativa de escolha do tema, o texto do Caso elaborado e o quadro de referência para o estudo, composto pelos ASC, questões orientadores e objetivos de aprendizagem. A apresentação, como envolvia além da justificativa do tema, o caso e o quadro de referência, pode ser nomeada conforme o foco dado à problemática socioambiental.

Na ocasião, os grupos puderam expor as justificativas que os direcionaram para as escolhas dos temas, sendo assim, o grupo sobre a implementação da usina hidrelétrica de Estreito-MA, justificou a escolha do tema por permitir uma análise de impactos ambientais e sociais; integração entre ciência e cidadania; estudo de ecossistemas aquáticos e sucessão ecológica. Com relação a temática direcionada ao ciclo do fogo no estado do Tocantins o grupo justificou a escolha do tema por permitir uma compreensão dos impactos ecológicos locais relacionados ao ciclo do fogo no estado do Tocantins; Conscientização socioambiental e prevenção, além da integração com conteúdo de ecologia e mudanças climáticas.

Com relação ao tema associado ao assoreamento do rio Lontra, a escolha se deu pela necessidade do entendimento dos processos de degradação ambiental;

desenvolvimento de senso crítico e participação cidadã e a necessidade em relacionar com os ciclos biogeoquímicos e habitats aquáticos;

Já o quarto grupo que teve como tema o uso da água do lençol freático justificou a escolha do tema abordado relacionando-o a importância da água subterrânea na manutenção da vida e seus impactos na saúde, além de possibilitar discussões relacionadas a exploração dos ciclos naturais e uso racional/irracional dos recursos.

Ao finalizarmos a proposta de intervenção, prosseguimos com a análise dos casos e quadros de referência elaborados pelos participantes do curso. Para isso, utilizamos critérios de análises pré-definidos, e análises textuais para identificar quais ASC são abordados nos EC, para compreender como são direcionados os estudos sobre as problemáticas ambientais e a partir da análise dos quadros de referência, identificar como as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais são expressas pelos participantes. Sendo assim, a descrição sobre as apresentações de cada grupo, será realizada no tópico a seguir.

4.3. Os Casos

Para avaliar o potencial problematizador dos casos no reconhecimento da existência de problemas socioambientais locais; desenvolvimento de consciência ambiental e identificação de causas e suas possíveis consequências, nos questionamos: os casos apresentaram a possibilidade para o desenvolvimento de soluções à problemática apresentada? Admite a formulação e execução de propostas e ações para a resolução das problemáticas? Apresentam condições para a análise dos impactos e suas consequências? Indica uma controvérsia de caráter sociocientífico? E, por fim, posiciona o leitor a uma tomada de decisão?

A análise dos casos, do tipo descritiva-analítica, objetivou tecer considerações com base nos referenciais teórico-metodológicos que subsidiaram o planejamento e a intervenção. Sendo assim, analisamos as situações realizadas no âmbito da proposta formativa, observando seus efeitos e indicando limitações e potencialidades sobre o EC.

Deste modo, os EC foram analisados considerando a relação da QSA indicada pelos licenciandos, com direcionamento às problemáticas ambientais locais, com a evidência dos três elementos conceituais, à saber: 1) ASC - históricos, políticos, econômicos, culturais, sociais, ambientais, éticos e morais; 2) Objetivos de aprendizagem

(OA) - conceitual, procedimental e atitudinal e; 3) Questões orientadoras para o alcance dos OA.

Conforme apontam Silva (2016), Conrado (2017), Santos (2018) e Pimentel-Júnior (2018), os temas a serem problematizados na perspectiva da ECTS por meio das QSA, devem abarcar um conglomerado de fatores que influenciam diretamente a percepção da comunidade sobre a problemática. Deste modo, ao mencionarmos um tema a ser localizado conceitualmente em uma QSA, estamos nos referindo principalmente aos problemas provenientes da relação conflituosa entre os seres humanos e seu contexto, considerando a influência de fatores políticos, econômicos, socioculturais, éticos e morais, dentre outros, os quais irão caracterizar a QSA.

Sendo assim, a primeira consideração para/sobre elaboração de EC para abordagem de QSA, se direcionou à delimitação de problemáticas ambientais locais. Os temas indicados pelos licenciandos foram: Grupo 1) Impactos socioambientais da barragem no rio Tocantins-TO; Grupo 2) Ciclo do Fogo; Grupo 3) Assoreamento do Rio Lontra em Araguaína – TO; Grupo 4) O uso da água do lençol freático.

Ao averiguar os temas, percebemos que os grupos 1 e 3, indicam explicitamente a relação entre o ambiente e as ações antrópicas, evidenciados pelos termos “impactos socioambientais” de um empreendimento energético a partir da construção de barragem, e também nos termos “processo de assoreamento hídrico.

Este primeiro movimento, justificou a importância e necessidade de se abordar os ASC como elementos conceituais primordiais para problematizar as QSA. Para tanto, realizamos atividades que objetivaram favorecer a compreensão dos ASC e explorar questionamentos investigativos sobre a realidade socioambiental local por meio dos objetivos de aprendizagem.

A atividade consistiu no estudo conceitual dos ASC e vinculá-los às especificidades das temáticas inicialmente indicadas por eles. Deste modo, para o estudo conceitual dos ASC, apresentamos as especificidades de cada aspecto apoiados nas considerações de Santos e Mortimer (2009), enfatizando que as questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativa à ciência e à tecnologia fazem parte integrante da prática científica, podendo ser trabalhadas no currículo por meio de abordagens temáticas, como tópicos ou assuntos amplos nos quais essas questões estão interligadas.

Concomitante a essa atividade, também foi solicitado que nos apresentassem um título para o caso a ser elaborado e justificassem a importância de abordá-lo na educação

básica. Nesse segundo movimento, percebemos que os grupos 2 e 4 trouxeram uma significação mais problematizadora sobre os temas inicialmente indicados. Essa atividade, nos permitiu localizar com mais clareza, os indicativos sobre a relação das ações antrópicas com a problemática socioambiental, a começar pelos títulos dos EC: a) Caso 1: “O rio, a barragem e o menino”; b) Caso 2: “Queimadas, apague essa idéia”; c) Caso 3: “Os desafios dos ribeirinhos” e; d) Caso 4: “Economicamente favorável ou socioambientalmente aceitável?”

Sobre os estudos referentes ao conceito dos ASC e a relação destes com a problemática ambiental proposta, trabalhamos com as definições sobre os aspectos/dimensões históricas, políticas, econômicas, culturais, ambientais, sociais, éticas e morais de Santos e Mortimer (2009), na perspectiva da Educação CTS.

Paralelo ao estudo dos ASC, os licenciandos foram orientados a elaborar “Quadros de Referência” (QR) que indicassem os objetivos de aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal e as questões orientadoras. Deste modo, para indicar as correlações entre as três situações de estudo (ASC, os objetivos de aprendizagem e os questionamentos orientadores), elencamos a seguir, as análises sobre os quadros de referência elaborados pelos licenciandos para subsidiar o EC que os mesmos elaboraram.

4.3.1 “O rio, a barragem e o menino”

A partir da temática sobre os “Impactos Socioambientais da Barragem no Rio Tocantins” de Estreito - MA, divisa entre os estados do Tocantins e Maranhão, o Grupo 1 (G1), optou por elaborar o caso em referência ao município de Babaçulândia-TO, cidade a 60 km da cidade de Araguaína-TO (Figura 8).

Figura 8. Apresentação do Grupo 1 sobre o caso “O rio, a barragem e o menino”.



Fonte: Autor da pesquisa.

O rio, a barragem e o menino...

Pouco mais de 10 anos atrás foi construída a Usina Hidrelétrica de Estreito no Maranhão, na época houve repercussões por todo o trajeto do rio Tocantins, até os dias atuais é possível ver e sentir os impactos da construção da usina. As vidas de diversas pessoas foram afetadas devido à construção da UHE e essas mudanças não necessariamente foram para melhor.

Saulo morou sua vida inteira em Babaçulândia, seu pai era dono de uma pequena barraquinha que ficava na beira do rio, receber turistas e parte da população da cidade nas épocas de praia é o que dá sustento à sua família. A mãe de Saulo morreu durante o parto da irmã mais nova do jovem menino de 12 anos, o nome da irmã é Ana. É bem cedo e está quase na hora de ir para a escola, Saulo se levanta com um pulo e se arruma para tomar café.

Bom dia filho! Tome seu café da manhã rápido para não se atrasar que nem ontem.

Beleza “véio”.

Saulo senta-se à mesa vestido com seu uniforme de segunda mão e rapidamente devora seu misto e já sai de casa tomando seu Toddynho, ele ouve seu pai reclamar sobre ter que procurar um novo emprego, mas não dá muita atenção ao que seu pai diz para si mesmo. Enquanto o pai de Saulo leva a filha mais nova para a casa da tia para ela passar o dia ele sai de casa em direção à escola.

Passam-se alguns meses e a situação não está boa para a família, com as mudanças do rio causadas pela construção da UHE o pai de Saulo está desempregado e ainda procura um novo emprego. As contas não param de chegar e o destino da família é incerto...

Esse cenário se repetiu ao longo de vários lugares e as diversas famílias que dependiam do rio para seu sustento perderam o meio principal através o qual eles se mantinham estáveis economicamente. Sejam comunidades ribeirinhas que perderam as casas por conta dos níveis do rio ou pessoas que perderam seus meios de conseguir sustento monetário. Por outro lado, a barragem gera energia, mesmo que ela não seja 100% renovável, e essa energia é necessária para que possamos manter nosso estilo de vida e nossa sociedade.

Depois de estar ciente de toda essa situação pense um pouco, como poderíamos solucionar esse dilema?

Nós precisamos de energia, este é um dos grandes problemas para o ser humano, mas também não podemos prejudicar nossa população em busca de atingir nossas metas e cotas de produção elétrica. O que poderia ser feito para impedir que esses problemas se repetissem?

Se não pudermos impedir este problema o que poderíamos fazer para amenizá-lo?

E como podemos reparar os danos que já foram causados?

Fonte: Autor da pesquisa.

Vale salientar que alguns dos integrantes que do grupo eram familiarizados com os impactos resultantes da construção e enchimento da barragem uma vez que os mesmos eram moradores do município. O caso, intitulado “O rio, a barragem e o menino” giram em torno de um personagem chamado Saulo, que passou toda sua infância na cidade de Babaçulândia-TO e tinha sua subsistência garantida através da pesca artesanal realizada pelo pai.

Ao discutirmos sobre a implantação das Usinas Hidrelétricas, grandes áreas necessariamente serão impactadas. Para tanto, discussões com potencial problematizador a respeito de tais impactos se tornam necessárias para identificar as consequências provenientes do desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, os ASC referentes ao caso 1, indicam os aspectos de caráter econômico, com a perda do poder de compra; político associados a políticas de assistência a pessoas em situação de vulnerabilidade, social e,

ambiental com as mudanças do nível da água e ausência de peixes e cultural com a perda da prática da pesca. Tais ASC são observados no trecho a seguir: *“Passam-se alguns meses e a situação não está boa para a família, com as mudanças do rio causadas pela construção da UHE o pai de Saulo está desempregado e ainda procura um novo emprego. As contas não param de chegar e o destino da família é incerto...”*.

De acordo com Conrado e Nunes Neto (2018), a dimensão conceitual dos objetivos de aprendizagem requer a definição de fatos, conceitos e princípios relacionados à área de predominância do tema proposto para QSA. Sendo assim, observamos no Quadro 7 a indicação dos ASC e no Quadro 8, compreendido como Quadro de Referência (QR) para estudos sobre o Caso, que os objetivos de aprendizagem conceituais indicados pelos questionamentos orientadores, expressam direcionamentos mais amplos sobre a temática com caráter problematizador, sendo estes elementos potencialmente importantes para sensibilizar os estudantes sobre a problemática em questão. No entanto, caberia indicar a área predominante para o estudo e enfatizar quais os conhecimentos sistematizados podem ser mobilizados para o entendimento da QSA.

Quadro 7. ASC identificados pelos participantes sobre o Caso “O rio, a barragem e o menino”

Históricos: Desterritorialização dos povos ribeirinhos; Impactos econômicos na comunidade.
Ambientais: Extinção de espécies; Distúrbios Ambientais; Ações Antrópicas; Contaminação da água; Alteração do ecossistema; Redução da biodiversidade do cerrado; Alteração climática local.
Políticos: Legislação ambiental; Alienação das massas sociais: Informações negadas aos atingidos; Consórcio da “CESTE”; Políticas públicas em prol dos territórios e saúde; Direito de ir e vir; Tecnologia.
Econômicos: Investimento econômico voltado para as grandes empresas; Comunidades ribeirinhas perdendo suas principais fontes de renda provenientes do rio.
Culturais: Desvalorização da cultura de pesca local; Lazer proveniente do rio.
Sociais: Expropriação dos territórios dos ribeirinhos; Doenças causadas pelas áreas alagadas; Moradores obrigados a abandonar seus lugares de origem.
Valores Éticos e Morais: Deixar para trás uma histórico de vida; Perda de laços sociais; Reparação versus indenização; Grandes transformações das vidas; Violência física e psicológica.

Fonte: Autor da pesquisa.

Os objetivos referentes à dimensão procedimental, devem envolver situações que abordem procedimentos, métodos ou técnicas, ou seja, ações que contribuam para que o estudante consiga propor soluções para a QSC. Em específico, os objetivos procedimentais do Caso 1 poderiam considerar haver um momento de construção de uma maquete sobre os impactos socioambientais causados no processo de implantação de uma

barragem. Ao que parece, os objetivos procedimentais do QR do Caso 1, nos indicam maior predominância das dimensões conceitual e atitudinal.

Os questionamentos orientadores para o alcance dos objetivos de aprendizagem atitudinal observados no QR do Caso 1, nos remetem à compreensão sobre os impactos ocasionados a população ribeirinha pela instalação da UHE-MA que ainda se encontra “às escuras”, negligenciados pelo poder público. Sabemos que a democratização elétrica interfere diretamente na qualidade de vida das populações, garantindo o acesso à refrigeração de vacinas e alimentos, a iluminação, o uso de computadores, o bombeamento de água, etc. No entanto, é preciso considerar iniciativas ambientalmente sustentáveis que gerem menos impactos. Nesse caminho, o estudo de ASC políticos, econômicos, éticos e morais podem contribuir para o entendimento da problemática em questão.

Quadro 8. Quadro de referência elaborado pelos participantes para estudo do Caso “O rio, a barragem e o menino”

Objetivos de Aprendizagem		
Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
Conhecer a relação entre a construção da barragem e os impactos ambientais; - Demonstrar como a construção da barragem implica nas questões econômicas da região afetada.	Identificar as principais causas que levaram a construção da barragem; A relação econômica do agronegócio e a barragem nas regiões dos estados do Maranhão e Tocantins.	- Apontar os problemas ambientais causados pela construção da barragem; - Indicar quais problemas sociais são causados pela construção da barragem.
Questionamentos Orientadores		
O que é o curso de um rio? O que é um lago? Como se caracteriza uma espécie nativa? Como se gera energia? O que é um Usina Hidrelétrica?	Onde você vive, é um lugar que foi afetado? Você acha que essa região precisava desse empreendimento? Onde estão presentes as políticas públicas? A construção da barragem proporcionou benefícios para quem? Existe relação com o agronegócio?	O que você faria para minimizar os problemas ambientais causados pelas barragens? Como ajudar os seres vivos das áreas afetadas pelas barragens? Quais empregos foram afetados positivamente e negativamente pela construção da barragem? O que aconteceu com as famílias cuja subsistência depende ou dependia do rio afetado?

Fonte: Autor da pesquisa.

4.3.2 “Queimadas: apague essa ideia”

O Grupo 2 (G2), com a temática sobre o ciclo do fogo, apresentou o caso intitulado “Queimadas: apague essa ideia” (Figura 9), evidenciou a relação antrópica existente por meio do diálogo entre os personagens ao possibilitar momentos reflexivos sobre a abordagem transversal da educação ambiental no contexto tocantinense. Tendo em vista a forte presença cultural da prática de limpeza através da queima em zonas urbanas, renovação de pastagens ou expansão de novas áreas para plantios. No Quadro 9, após a apresentação do caso, estão descritos os ASC identificados pelo G2.

Figura 9. Apresentação do caso 2 “Queimadas, apague essa ideia”.



Fonte: Autor da pesquisa.

Queimadas: apague essa ideia

Em de 18 de novembro de 2022, um incêndio criminoso atingiu comunidades tradicionais do Tocantins na região da Ilha do Bananal. Situações como essas são recorrentes no Estado e vem se intensificando nos últimos anos, paralelamente ao avanço da fronteira agrícola, oferecendo riscos para a fauna, flora e toda a população. Dona Raimunda, é uma das moradoras da comunidade ribeirinha da Ilha do Bananal, onde praticam agricultura familiar de subsistência de forma manual. Faz parte da tradição do seu povo o uso do fogo para limpar e preparar o solo para o plantio, conhecimento esse transmitido de geração em geração.

Enquanto isso, o Sr. Carlos, um grande fazendeiro local, faz a derrubada da mata e utiliza o fogo para fazer a limpeza e preparar pastos para a criação de gado. Ao conversar com seu neto, Luiz, dona Raimunda é questionada:

- Vó, ficou sabendo que o fogo do Sr. Carlos invadiu as propriedades do vizinho?

- Sim, todo mundo viu que o fogo veio de lá. Isso aconteceu porque mesmo com o uso das máquinas o aceiro não foi suficiente. E também, pelo horário do fogo ainda estava ventando muito, o que fez ele se espalhar.

- Não tinha um jeito melhor de fazer isso vó? Os vizinhos tiveram suas casas queimadas, mas o Sr. Carlos não será responsabilizado. Amanhã na escola vou falar com a professora Claudete de biologia sobre o que está acontecendo, precisamos pensar juntos em uma forma de acabar com esse problema.

Você assume o papel da professora Claudete e deve apresentar possíveis soluções para o problema vivenciado por Luiz e sua comunidade.

O que você sugere para solucionar a problemática?

Fonte: Autor da pesquisa.

Quadro 9. ASC identificados pelos participantes sobre o Caso “Queimadas: apague essa ideia”

Históricos: Contextualização sobre o uso do fogo para desmatamento e implantação de monoculturas e pecuária no estado; Descrever a visão da população (senso-comum) acerca de uso de fogo para limpeza e regeneração de solo; Conhecimento tradicional à respeito do uso do fogo.
Ambientais: Desmatamento; Extinção de espécies; Influências no ciclo natural do fogo; Poluição do ar; Destruição de matas ciliares; Influências na qualidade da água; - Aumento de efeito estufa.
Políticos: Efetivação das políticas públicas voltadas aos pequenos produtores (principalmente no período de seca). Ex. Maquinários e Brigadistas
Econômicos: Degradação do solo; Incêndios descontrolados que atingem outras propriedades e causam a perda de lavoura e a morte de animais; Uso parcial da terra disponível por conta dos altos custos; Falta de políticas de incentivo com maquinário pelas prefeituras.
Culturais: Uso do fogo para limpeza de terrenos e na preparação do solo; Desapropriação dos povos tradicionais e pequenos produtores.
Sociais: Falta de conhecimento ambiental acerca do ciclo do fogo no Cerrado; Propagação de doenças respiratórias; Educação Ambiental.
Valores Éticos e Morais: Desvalorização dos pequenos produtores; Relação ser humano x natureza; Conscientização (fogos criminosos).

Fonte: Autor da pesquisa.

Em relação aos ASC, identificamos no Caso a referência a QSA, quando discorre sobre: *“um incêndio criminoso atingiu comunidades tradicionais do Tocantins na região da Ilha do Bananal. Situações como essas são recorrentes no estado e vem se intensificando nos últimos anos, paralelamente ao avanço da fronteira agrícola, oferecendo riscos para a fauna, flora e toda a população. Dona Raimunda, é uma das moradoras da comunidade ribeirinha da Ilha do Bananal, onde praticam agricultura familiar[...]. Faz parte da tradição do seu povo o uso do fogo para limpar e preparar o solo para o plantio”*. Ao analisarmos este fragmento, observamos indicações para discussões relacionadas aos ASC direcionados ao contexto cultural; econômico; ambientais e culturais os quais indicam claramente uma controvérsia de cunho sociocultural-ambiental como destacado por De Jesus e colaboradores ao mencionar que:

Observa-se que o uso da queimada está comumente atrelado a populações que detêm menos recursos para manutenção das atividades de agropecuária, justamente por ser uma prática de baixo custo e fácil adoção, associado ao efeito benéfico que as cinzas proporcionam ao solo pela sua composição química capaz de fornecer aporte imediato de cátions e outros elementos necessários (De Jesus et, al. 2020, p. 210).

No Quadro 10, apresentamos os estudos realizados pelos licenciandos sobre o caso proposto, os quais configuraram o QR.

Quadro 10. Quadro de referência elaborado pelos participantes para estudo do Caso “Queimadas, apague essa ideia”

Objetivos de Aprendizagem		
Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
Desenvolver uma compreensão geral acerca do ciclo do fogo que ocorre naturalmente no Cerrado. Evidenciar a interferência antrópica no ciclo do fogo.	Identificar as principais causas que levam ao uso do fogo no período de estiagem. Analisar as possíveis consequências do uso das queimadas no Bioma Cerrado.	Apontar possíveis ações dos educandos frente as questões éticas e morais. Refletir acerca das questões ambientais, políticas, econômicas e sociais na tomada de decisões responsáveis.
Questionamentos Orientadores		
O que é o ciclo do fogo? O que é uma ação antrópica? Qual o contexto histórico do uso do fogo pela população?	Vocês já presenciaram queimadas onde vivem? Você já observou um ambiente pós-queimada? Se sim, quais modificações você visualizou? Elas são positivas ou negativas?	Se você fosse um produtor, faria uso do fogo em suas terras? Quais alternativas você apresenta para substituir o uso do fogo?

Fonte: Autor da pesquisa.

Como observado no QR do Caso “Queimadas, apague essa ideia”, os objetivos de aprendizagem conceituais apresentam potencialidades referentes ao entendimento conceitual, do tema proposto. Para Conrado e Nunes- Neto (2018), cabe mencionar a importância do desenvolvimento do raciocínio moral para avaliar e julgar a partir dos conhecimentos conceituais adquiridos; a não neutralidade, permitindo discussões, mobilizando conhecimento científico e a interdisciplinares frente a problemática analisada.

Na dimensão procedimental, percebemos a potencialidade na promoção de métodos e técnicas que possam contribuir na busca por solução. Para este momento, pode-se considerar como sugestão a apresentação de quadros e mapas elaborados pelos alunos que apresentem os locais com mais incidência de queimadas no estado e seus impactos socioambientais causado pelas queimadas irregulares.

Sobre os objetivos de aprendizagem atitudinal, o QR destaca elementos relacionados à produção tecnológica para mapear e quantificar incêndios ou, quais áreas apresentam maior risco. Tais informações irão contribuir na tomada de decisão com o objetivo de desenvolver mecanismos para coibir e fiscalizar tais atos; conscientização através de campanhas escolares com o apoio de órgãos fiscalizadores, desenvolvimento de meios preventivos para combatê-los; desenvolvimento de estratégias de correção do

solo para produção agrícola e assistência técnicas para pequenos produtores rurais que muitas vezes utilizam do fogo como ferramenta de trabalho irão incentivar e promover a conscientização dos malefícios à saúde causados à população.

4.3.3 “O desafio dos Ribeirinhos”

O Grupo 3 (G3) a partir da temática “Assoreamento do Rio Lontra em Araguaína-TO”, elaborou o caso intitulado “O desafio dos Ribeirinhos” (Figura 10) o qual narra a história do personagem chamado Ulisses, morador do setor Park Primavera, que tem sua renda comprometida, pois é fruto da pesca artesanal praticada no rio que vem sofrendo com o assoreamento, devida a quantidade de material sedimentado em seu leito e a grande ao lixo despejado pelos moradores. Após algumas discussões e diálogos entre os personagens, a história exige que os leitores tomem uma posição quanto à necessidade da busca por soluções ao problema apresentado. Os ASC identificados pelo G3, estão no Quadro 11.

Figura 10. Apresentação do Grupo 3 sobre o Caso “Os desafios dos ribeirinhos”.



Fonte: Autor da pesquisa.

Os desafios dos Ribeirinhos

No setor Park Primavera, no ano de 2022 no mês de janeiro o senhor Ulisses acordou bem cedinho como de costume tomou um café bem forte, reuniu suas tralhas e desceu para o rio, local este que serve toda a família como área de lazer nos fins de semana e feriado, porém para seu Ulisses possuía muitas outras relevâncias, era daquele local que ele conseguiu alimentar as gerações de sua família.

Ao chegar ao rio seu Ulisses percebeu uma coloração diferente na água, resultando na morte dos peixes, percebeu também que o rio estava mais raso e que em entorno do rio via-se uma grande quantidade de lixo. Com aquela situação jamais vista, e no momento de desespero seu Ulisses voltou correndo para sua casa e contou a esposa o que tinha presenciado, porém a mesma não sabia de fato como se posicionar sobre o que tinha escutado. Entretanto, lembrou o marido que a filha do seu patrão trabalha no **Naturatins**¹⁷ e que pediria a ela orientações.

No dia seguinte no período da tarde seu Ulisses foi até o emprego da sua esposa e conversou com a Clara.
- Boa tarde seu Ulisses a sua esposa já me contou o ocorrido.

¹⁷ Instituto Natureza do Tocantins.

- Boa tarde. Até agora não sei o que aconteceu pro rio ficar desse jeito, os peixes estão morrendo.

- Bom a princípio o que posso te informar com base no que sua esposa me contou e que a consequência para a catástrofe em seu terreno é resultado das constantes chuvas, ou seja, causa natural, mas também é resultante da interferência urbana como a pavimentação e a falta de infraestrutura, mais posso conversar com alguém do meu trabalho e pedir para que uma fiscalização seja feita no rio próximo a sua casa.

Após a averiguação do local foi constatado que a intensificação do processo de assoreamento dos cursos d'água ocorreu, principalmente pela ação humana, ou seja, pela retirada da cobertura vegetal das margens dos rios, deposição de lixo, e construções civis vimos avenidas, barragens, usinas e etc.

Com os dados em mãos Clara foi até a casa do seu Ulisses conversar novamente com ele.

- Bom seu Ulisses, esses são os resultados são esses.

- O que se pode fazer para reverter isso, não posso ficar sem o local de onde eu tiro o meu sustento e da minha família.

- Bom, posso conversar com alguns fiscais ambientais do meu trabalho solicitando medidas que o senhor possa realizar.

Clara tentou falar com os fiscais, porém eles estavam trabalhando em outra cidade, por isso resolveu enviar uma mensagem.

Bom dia.

Estou precisando da ajuda de vocês, o marido da senhora que trabalha aqui em casa precisa de algumas orientações para reverter as consequências do assoreamento que vem acontecendo em um rio próximo a sua casa.

Gostaria que vocês nos auxiliassem, pois vocês entendem mais do assunto. Desde já agradeço.

Vocês são os nossos fiscais e terão que auxiliar a Clara e o seu Ulisses a encontrar medidas que possam reverter a situação.

Fonte: Autor da pesquisa.

Quadro 11. ASC identificados pelos participantes sobre o Caso “Os desafios dos Ribeirinhos”.

Históricos: Necessidade do uso da Terra para o trabalho e produção de alimentos para subsistência; Preço acessível das Terras/ Herança.
Ambientais: Poluição; Contaminação da água; Extinção das espécies; Assoreamento do rio/ Falta de água; Desmatamento.
Políticos: Falta de legislação e fiscalização ambiental (as leis servem para o problema existente?).
Econômicos: Desenvolvimento regional; Investimento de econômico de empresas; Valorização Imobiliária; Desobstrução das vias públicas; Lucro para empreiteiras.
Culturais: Perda da Memória afetiva; Realocação das famílias; Perca dos vínculos sociais.
Sociais: Empobrecimento da população (população carente é colocada “junta”); Aumento da criminalidade; Desemprego.
Valores Éticos e Morais: Expulsão dos moradores; Grilagem (fraude de documentos); - Desapropriação arbitrária.

Fonte: Autor da pesquisa.

Em relação aos ASC, identificamos aqueles referentes aos impactos ambientais, que por sua vez indicam discutirmos sobre as políticas ambientais voltadas para resolver/mitigar essa problemática ambiental. O trecho a seguir, localiza a ação antrópica como responsável pela situação do assoreamento, nos levando a considerar também os aspectos éticos e morais acerca da nossa responsabilidade sobre a situação: *“Após a averiguação do local foi constatado que a intensificação do processo de assoreamento dos cursos d'água ocorreu, principalmente pela ação humana, ou seja, pela retirada da*

cobertura vegetal das margens dos rios, deposição de lixo, e construções civis como avenidas, barragens, usinas e etc”.

Neste trecho, também é possível identificar concepção de crescimento em contraponto ao desenvolvimento urbano, tendo em vista que a cidade passa por uma grande expansão territorial na qual o poder público se tornou incapaz de assegurar que as novas áreas ocupadas e até mesmo as mais antigas tenham acesso ao saneamento básico, drenagem, coleta de lixo e pavimentação. Ausência de tais serviços tendem a causar assim áreas com presença de erosão.

Observamos no QR do Caso “O desafio dos ribeirinhos”, que os objetivos de aprendizagem conceituais indicados através dos questionamentos orientadores, permitem uma mudança conceitual frente a problemática evidenciada ao questionar sobre o campo epistemológico, permitindo a memorização e integração nas estruturas do conhecimento dos estudantes tendo em vista que não precisam ser necessariamente ser compreendidos, mas é suficiente que sejam memorizados e reproduzidos (Conrado; Nunes – Neto, 2018).

Quanto aos objetivos de aprendizagem relacionado ao conteúdo procedimental pertinente ao campo metodológico, melhor compreendido quando ocorre uma exemplificação, o desenvolvimento de mapas elaborado pelos alunos que representassem de uma forma realista a situação atual dos rios que cortam a cidade e quais áreas são mais afetadas no período chuvoso, podem problematizar e potencializar o processo de aprendizagem.

Ao discutirmos sobre o campo atitudinal, indispensáveis para promover nos alunos o sentimento de pertencimento e protagonismo sobre a preservação dos corpos hídricos, tendo em vista que o município possui uma bacia hidrográfica bastante rica por nascentes, rios, e lagos próximos de, casas ou ruas que durante o período de chuva grandes quantidade de matéria sedimenta são carreados resultando em assoreamento que exigindo uma postura crítica e uma tomada de decisão frente às QSA. No Quadro 12, apresentamos o QR para os estudos sobre o caso proposto.

Quadro 12. Quadro de referência elaborado pelos participantes para estudo do Caso “Os desafios dos ribeirinhos”

Objetivos de Aprendizagem		
Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
Conhecer a relação do assoreamento com o meio ambiente. Abordar os principais conceitos relacionados ao tema.	Evidenciar as ações políticas em relação ao assoreamento. Compreender como o crescimento urbano contribui no aumento da ocorrência do assoreamento.	Apontar possíveis ações para a preservação do maior afluente do município tendo como princípio os valores relacionados às questões ambientais, éticas e morais.
Questionamentos Orientadores		
Quais as consequências do assoreamento? O que é assoreamento? Por que o assoreamento ocorre? Quais são os seus impactos no meio ambiente?	Existe políticas públicas voltadas para a preservação do rio no município? Como a construção das vias, contribuíram para o assoreamento e como loteamentos irregulares contribuem no assoreamento?	Quais decisões podem ser levadas em relação ao descarte de lixo, esgoto e invasões para diminuir os impactos relacionados ao assoreamento na cidade? Como você poderia ajudar?

Fonte: Autor da pesquisa.

4.3.4 “Economicamente favorável ou socioambientalmente aceitável?”

Por fim, o caso elaborado pelo G4, relata o impacto socioambiental direcionado à extração e uso da água do lençol freático praticado pela empresa prestadora de serviços de saneamento básico do município (Figura 11). O caso narra a história problematizando o modo como as empresas realizam a extração, tratamento e distribuição de água potável, com indicativos de controvérsias sobre o acesso à água potável. No Quadro 13, estão expressos os ASC identificados pelo G4 sobre a temática ambiental escolhida.

Figura 11: Apresentação do Grupo 4 sobre o Caso “Economicamente favorável ou socioambientalmente aceitável?”



Fonte: Autor da pesquisa.

Economicamente favorável ou Socio-ambientalmente aceitável?

Na cidade de Araguaína, as empresas responsáveis pelo abastecimento de água não fazem uso do sistema de tratamento de esgoto, e nem usam de meios de reaproveitamento para fornecimento da população, mas sim, fazem extração dos lençóis freáticos. Os lençóis freáticos protegem as águas puras abaixo do solo, além de serem grandes controladores dos níveis dos rios.

Michele, reside nas proximidades do rio neblina, que nas décadas passadas tratava-se de um provedor de recursos, em que muitas famílias utilizavam para atividades de pesca, mas também como fonte de água para suas casas. Atualmente, muitas famílias ainda usam dos recursos que vem deste rio como forma de subsistência, mas, com o passar dos anos o aspecto do rio mudou, ficando inviável uso do mesmo devido, devido o não tratamento e despejo de esgoto e lixo no rio.

Atualmente, Michele observou grandes ocorrências de inundações e infiltrações e desmoronamentos nas casas de pessoas que moram perto do rio, além de cometimento de doenças nas populações que fazem uso do mesmo.

Quais fatores levaram esses acontecimentos e, como poderíamos ajudar a solucionar tais problemas?

Fonte: Autor da pesquisa.

No trecho do caso supramencionado: “*as empresas responsáveis pelo abastecimento de água não fazem uso do sistema de tratamento de esgoto[...]fazem extração dos lençóis freáticos*”, identificamos características relacionadas aos ASC, ao possibilitar discussões de cunho econômico, social, ético, cultural, moral, e sobretudo ambiental relacionados ao despejo de esgoto não tratado que infiltram no solo e contaminam o lençol freático. No Quadro 4, apresentamos o QR sobre os estudos para o caso proposto.

Quadro 13. ASC identificados pelos participantes sobre o Caso “Economicamente favorável ou Socio-ambientalmente aceitável?”

Históricos: Uso exacerbado dos recursos hídricos durante várias décadas, bem como, no tratamento da água, e uso do lençol freático. Destacando urbanização ao longo dos anos; Falta de compromisso e cobrança por parte da população construída historicamente; Contaminação de rios usados como fonte de renda por uma comunidade tradicional.
Ambientais: Contaminação do lençol freático por esgoto; Consumo de uma reserva que é para momentos emergenciais; Incapacidade de reposição do volume de água dos reservatórios tendo em vista os períodos de escassez.
Políticos: fiscalização dos governos e das instituições (acontece de forma correta? a legislação é omissa?).
Econômicos: Cobrança de tarifas indevidas por parte da empresa de distribuição referente ao tratamento da água, mas que não acontece; Doenças de veiculação hídricas.
Culturais: Falta de consciência e responsabilização sobre o consumo da água.
Sociais: Falta de distribuição de água potável para a população periférica; Falta de rede de coleta e tratamento de esgoto.
Valores Éticos e Morais: O capitalismo é responsável por essa exploração de recursos ambientais, logo os valores éticos e morais para a garantia de uma sociedade igualitária, muitas vezes são ignoradas nesse processo, não gerando a reflexão sobre as consequências das ações ao degradar o meio ambiente; Cobrança por um serviço que não é oferecido.

Fonte: Autor da pesquisa.

Quanto ao objetivo de aprendizagem conceitual, identificado no QR (Quadro 14), o caso apresenta questionamentos relacionados a aspectos que possibilitam a apropriação conceitual das questões orientadoras evidenciadas.

Para Conrado e Nunes-Neto (2018) a dimensão procedimental dos conteúdos, é de caráter metodológico, ficando evidente no caso o potencial problematizador para a abordagem no conjunto de ações necessárias na busca de soluções, ao permitir um levantamento a respeito da distribuição de água potável na cidade, avaliando o percentual utilizado em volume de água através de poços, que utilizam da água subterrânea para o consumo da população com o objetivo de elucidar problematizações e o desenvolvimento do pensamento crítico a respeito da extração e distribuição de água (Vargas, 2013).

Em relação à dimensão atitudinal, o Caso 4, incita os estudantes propor soluções sobre o processo de extração das águas do lençol freático, pois, não evidenciar que sua extração não impõe risco para as futuras gerações tendo em vista que a realidade do município, reflete a ausência na coleta e tratamento de esgoto assim como a maior parte do país, é de alguma forma negligenciar e ignorar as consequências irreversíveis a esta prática.

Quadro 14. Quadro de referência elaborado pelos estudantes para estudo do Caso 4 “Economicamente favorável ou socio-ambientalmente aceitável?”

Objetivos de Aprendizagem		
Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
Associar a utilização de água do lençol freático com impactos ambientais.	Identificar porque faz-se uso da água dos lençóis invés do tratamento/saneamento? Analisar as causas da contaminação dos rios e lençóis freáticos.	Quais ações podem ser feitas pelos educandos frente às questões éticas e morais. Levando em consideração as culturas e comunidades que se formaram em torno dos rios.
Questionamentos Orientadores		
O que é lençol freático? O que é um poço artesiano? O que é consumo sustentável?	No seu bairro, para onde vai a água residual? Seu bairro possui coleta de esgoto?	Quais medidas de conservação e preservação você pode desenvolver para promover a preservação da água subterrânea para as próximas gerações?

Fonte: Autor da pesquisa.

Com base na compreensão no que compete ao campo conceitual sobre lençol freático, poços artesianos e do conceito de consumo sustentável, aliada à análise dos impactos ambientais decorrentes do uso indiscriminado da água subterrânea e da contaminação dos corpos hídricos, torna-se possível promover uma reflexão sobre os

desafios ambientais enfrentados no mundo contemporâneo. A identificação da ausência de sistemas adequados de tratamento de esgoto e do manejo incorreto das águas residuais evidencia o motivo pelo qual as empresas recorrem às águas subterrâneas como fonte de abastecimento para a população.

Cabe ressaltar que as práticas culturais das comunidades historicamente desenvolvidas e estabelecidas em torno dos rios possibilita uma compreensão mais contextualizada na relação de dependência entre sociedade e natureza. Nesse contexto, é fundamental que os educandos desenvolvam um perfil direcionado a postura crítica, pautada em princípios éticos e sustentáveis por meio de práticas como o uso racional da água e a responsabilização frente à contaminação dos recursos hídricos e a participação ativa em iniciativas voltadas à preservação das águas subterrâneas.

4.4 Relações entre produção científico-tecnológica e as QSA

Ao considerarmos que as QSA evidenciam a relação (conflituosa) entre as atividades antrópicas, produção científico-tecnológica e preservação ambiental, buscamos por meio do estudo dos ASC promover compreensões mais críticas sobre as problemáticas ambientais e, portanto, sobre as relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade – Meio Ambiente (CTSA).

Conforme indicado nos tópicos anteriores, os casos e os estudos apresentados nos “Quadros de Referência”, evidenciaram a complexidade das QSA, visto que denotam de uma visão problematizadora e contextualizada dos temas, reforçando a importância de integrar os conhecimentos científicos aos contextos socioculturais, econômicos, políticos, éticos/morais relacionados à problemática ambiental. Nesse caminho, cabe identificar com certo grau de especificidade, se as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais são expressas pelos participantes, pois tais indicativos poderão revelar visões sobre as influências da produção científico-tecnológica no meio ambiente e vice-versa com condicionantes positivos e/ou negativos.

As relações CTSA, constituem um campo de estudos que busca compreender como os avanços científico-tecnológicos, impulsionados por demandas sociais e econômicas, impactam o meio ambiente e, muitas vezes, contribuem para a intensificação de problemáticas ambientais. Ao adotar uma perspectiva crítica sobre essas inter-relações, é possível evidenciar que a produção científica e tecnológica não é neutra, mas está intrinsecamente vinculada a interesses políticos, econômicos, culturais éticos e morais,

que moldam tanto a forma como os problemas ambientais são constituídos, quanto a busca por soluções. Nesse sentido, o estudo sobre as problemáticas ambientais deve abordar não apenas os aspectos técnicos envolvidos, mas também os contextos históricos, sociais e econômicos que orientam a aplicação da ciência e da tecnologia na sociedade atual. Tais análises possibilitam a compreensão de como determinadas inovações tecnológicas, embora promovam o progresso em diversas áreas, podem simultaneamente gerar desigualdades socioambientais, degradação dos ecossistemas e disputas pelo uso dos recursos naturais utilizados no própria produção de tecnologia.

Lima e Dantas (2021) discutem sobre a influência da ciência e tecnologia em nosso cotidiano, para os autores:

A ciência e tecnologia influenciam diretamente em nosso modo de vida. Dentre as consequências, apontamos alguns problemas socioambientais, como o excesso de lixo inorgânico [...], exploração exacerbada dos recursos naturais sem o seu uso sustentável, contaminações de mares e rios, acidentes nucleares, emissões de gases, agrotóxicos poluentes derivados do avanço desenfreado das indústrias e agronegócio, que acabam substancialmente alterando as relações existentes entre os seres vivos e o meio ambiente (Lima e Dantas, 2021, p. 73).

Portanto, a compreensão das inter-relações CTSA se constitui um meio para a construção de uma visão crítica sobre as QSA, de modo a capacitar os indivíduos a refletirem sobre os limites e as implicações da produção científico-tecnológica frente à sustentabilidade da atual e futuras gerações. A partir deste entendimento, apresentamos no Quadro 15, aspectos potencializadores para discussões sobre a relação entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais localizados nos casos produzidos pelos participantes da intervenção.

Quadro 15. Trechos que indicam possibilidades para discussões sobre as relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais retirados dos casos elaborados pelos participantes.

Casos	Recorte relacionado à Ciência e Tecnologia	Recorte relacionado à Sociedade/Ambiente
<p>O rio, a barragem e o menino.</p>	<p>“Construção da Usina Hidrelétrica de Estreito no Maranhão.”</p> <p>“Por outro lado, a barragem gera energia, mesmo que ela não seja 100% renovável, e essa energia é necessária para que possamos manter nosso estilo de vida e nossa sociedade” (Caso 1).</p>	<p>“É possível ver e sentir os impactos da construção da usina.</p> <p>“As vidas de diversas pessoas foram afetadas devido à construção da UHE.”</p> <p>“Com as mudanças do rio causadas pela construção da UHE o pai de Saulo está desempregado.”</p> <p>“Comunidades ribeirinhas perderam as casas por conta dos níveis do rio ou pessoas que</p>

		perderam seus meios de conseguir sustento.”
Queimadas: apague essa ideia.	<p>“Avanço da fronteira agrícola”.</p> <p>“Mesmo com o uso das máquinas o aceiro não foi suficiente”</p>	<p>“Oferecendo riscos para a fauna, flora e toda a população”.</p> <p>“Faz parte da tradição do seu povo o uso do fogo para limpar e preparar o solo para o plantio”.</p> <p>“Um grande fazendeiro local, faz a derrubada da mata e utiliza o fogo para fazer a limpeza e preparar pastos para a criação de gado”.</p>
Os desafios dos Ribeirinhos.	<p>“Resultante da interferência urbana como a pavimentação e a falta de infraestrutura”.</p> <p>“A intensificação do processo de assoreamento dos cursos d’água ocorreu, principalmente pela ação humana, ou seja, pela retirada da cobertura vegetal das margens dos rios, deposição de lixo”.</p>	<p>“Coloração diferente na água, resultando na morte dos peixes, percebeu também que o rio estava mais raso e que em entorno do rio via-se uma grande quantidade de lixo”.</p> <p>“Os peixes estão morrendo”.</p> <p>“E construções civis vimos avenidas, barragens, usinas e etc”.</p>
Economicamente favorável ou Socio-ambientalmente aceitável?	<p>“Sistema de tratamento de esgoto”.</p> <p>“Reaproveitamento para fornecimento da população”.</p> <p>“Extração dos lençóis freáticos”.</p> <p>“Não tratamento”.</p>	<p>“Ocorrências de inundações, infiltrações e desmoronamentos nas casas de pessoas que moram perto do rio”.</p> <p>“Cometimento de doenças nas populações”.</p>

Fonte: autor da pesquisa com base no estudo dos casos.

No “Caso 1” “O rio, a barragem e o menino”, ao discutir os impactos socioambientais provocados pela implantação da Usina Hidrelétrica no município de Babaçulândia-TO, pode-se destacar os efeitos decorrentes da intervenção do rio sobre os modos de vida tradicionais. O caso evidencia a perda de práticas culturais como a pesca artesanal, associadas a danos econômicos, sociais e ambientais, demonstrando a necessidade de considerar a sustentabilidade e a justiça social (desterritorialização e reterritorialização) na implementação de grandes empreendimentos (Silva, 2017).

Por se tratar de grandes áreas impactadas, inevitavelmente tem-se grandes chances de que comunidades tradicionais como ribeirinhos, indígenas e pequenas cidades, vilas ou assentamentos tenham suas áreas ocupadas pelo volume de água represado pela hidrelétrica, como no exemplo apresentado pelo “Caso 1” que narra parte da realidade vivenciada por pessoas de uma cidade no extremo norte do estado do Tocantins. Tais estudos propiciam uma compreensão fundamentada sobre as dimensões do conteúdo

procedimental e atitudinal frente à questão energética e suas repercussões negativas, como já mencionado na análise dos casos nos tópicos anteriores desse documento.

Discussões problematizadoras, e, de uma certa forma instigadoras à respeito de tais impactos regionalizados se tornam necessárias para discussão e formação de cidadãos inteirados das consequências implicadas em seus cotidianos provenientes da produção científico-tecnológica. Corroborando com essas orientações, o Documento Curricular do Território do Tocantins (DCT) caderno 2, na etapa para o ensino médio em um de seus anexos traz a necessidade de abordar e avaliar:

[...] a importância e o impacto da construção de usinas hidrelétricas, nos aspectos ambientais, políticos, econômicos e sociais, além da importância de novas fontes sustentáveis de geração de energia elétrica (Fontes de energias, Poluição do meio ambiente, Benefícios e malefícios da hidrelétricas, Impacto Ambiental e Biotecnologia) (Tocantins, Caderno 2, 2021, p.7).

Apesar da instalação da UHE - MA, sabe-se que uma grande quantidade da população impactada ainda se encontra “às escuras”, negligenciados pelo poder público, pois, para a Constituição Federal de 1988, o estado tem a obrigatoriedade de promover o acesso à energia elétrica para todos os cidadãos, independentemente de sua classe, raça, religião ou qualquer outra natureza discriminatória (IEMA, 2019,2020; Ferreira; Silva, 2021).

A democratização elétrica interfere diretamente na qualidade de vida das populações, garantido o acesso à refrigeração de vacinas e alimentos, a iluminação, o uso de computadores, o bombeamento de água, além da geração de renda por meio de iniciativas de produção sustentável (IEMA, 2020).

Entretanto, em pesquisas realizadas, percebemos que apesar de uma das maiores usinas hidroelétricas se encontrarem na região norte do país, esta mesma região, caracterizada como Amazônia legal, ainda possui um grande número de pessoas sem o acesso a este benefício garantido por lei (IEMA, 2019,2020; Ferreira; Silva, 2021). Isso nos levanta questionamentos relacionados a porque a energia produzida é destinada a outras regiões, se nem a região produtora tem o acesso garantido? Ou ainda, quais tecnologias empregas seriam mais eficientes? Quais os impactos ambientais, sociais e culturais estão atrelados a esse modelo de produção energética? Como promover a consciência ambiental de modo que o cidadão reflita sobre o uso socioambientalmente responsável deste recurso, cabendo a toda a sociedade a reflexão sobre o não desperdício?

Problematizações como essas tornam-se indispensáveis para uma efetiva abordagem direcionada às inter-relações CTS como apresentado por Conrado e

colaboradores (2018), ao discutirem sobre a universalização de energia elétrica como direito do cidadão,¹⁸ após tais questionamentos reafirmamos que:

A inclusão dos temas sociais é recomendada [...] sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as interrelações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão. (Santos, 1992, p. 139).

Contudo, fica evidente que alguns registros indicam que “a tecnologia da barragem” está vinculada a decisões econômicas centralizadas, que desconsideram impactos sociais e culturais. Entretanto, caberia uma análise mais sobre como a tecnologia hidrelétrica, ao mesmo tempo que gera energia, também produz injustiças socioambientais, deslocamentos compulsórios e desigualdade na distribuição dos benefícios provenientes de sua implementação, aspectos amplamente discutidos no referencial teórico (Conrado; Nunes-Neto, 2018; IEMA, 2019, 2020; Silva, 2021). Assim, o caso em questão evidencia que os participantes reconheceram os efeitos da tecnologia, mas não problematizam suficientemente as relações direcionadas ao poder de tomada de decisão que determinam sua implantação.

Por sua vez, o grupo com a temática relacionada ao ciclo do fogo e as queimadas no estado, referente ao “Caso 2”, potencializa discussões sobre a prática cultural do uso do fogo relacionando seus impactos no equilíbrio ecológico e na manutenção das práticas culturais das comunidades tradicionais além da intensa reincidência ao longo dos anos que tendem a modificar as espécies vegetais, influenciando diretamente características microclimáticas (Schmidt et al, 2016).

O caso potencializa uma análise crítica das ações antrópicas em áreas destinadas à agricultura, manejo e renovação de pastagens, além de problematizar a prática do uso do fogo para limpeza de áreas na zona urbana ou rural, enfatizando a fragilidade dos ecossistemas e a vulnerabilidade das populações.

Dentre as atividades relacionadas à agricultura, a queimada é umas das práticas culturais mais presentes e difundidas no Brasil. Já se passaram mais de quinhentos anos, e o fogo ainda é a principal ferramenta utilizada na agricultura em todas as regiões do Brasil. (Carcará; Neto s/d *apud* De Jesus et, al. 2020).

Neste sentido, o tema por sua vez, torna-se importante no desenvolvimento de competências relacionadas à análise territorial, prevenção de riscos e conscientização ambiental, refletindo a dimensão ético-ambiental da atuação cidadã, pois, com maior

¹⁸ Ver artigo: Universalização de Energia Elétrica em uma Questão Sociocientífica para o Ensino Técnico. Autores: Regina Palácio; Mônica Silveira e Dália Melissa Conrado, 2018.

incidência de queimadas torna-se indispensável estudos que busquem por elaboração e adoção de técnicas com menor dano e de maior acessibilidade para a mitigação e controle das queimadas (De Jesus et, al. 2020).

A abordagem de informações referentes à produção científico-tecnológica sobre a problemática das queimadas contribui para tomada de decisão informada sobre fiscalização e meios preventivos para combater as queimadas criminosas e naturais. Observamos a partir do trecho do “Caso 2”: *“Um grande fazendeiro local, faz a derrubada da mata e utiliza o fogo para fazer a limpeza e preparar pastos para a criação de gado”*, a potencialidade de se abordar elementos relacionados à produção científico-tecnológica como os satélites e *drones* para mapear e quantificar os focos de incêndios, ou ainda, quais áreas apresentam maior risco de incidência, ficando evidente a importância de tais equipamentos para identificar a origem do foco.

Um outro mecanismo na prevenção de focos de incêndio seria o desenvolvimento e disponibilização de máquinas e estratégias de correção do solo para produção agrícola e, assistência técnica para pequenos produtores rurais que muitas vezes utilizam do fogo como ferramenta de trabalho, como indicado no “Caso 2”: *“Mesmo com o uso das máquinas o aceiro não foi suficiente”*. Trata-se de uma prática que é passada de geração em geração com o intuito de facilitar a limpeza de áreas de cultivo para sua subsistência, e que por ventura poderão tomar proporções descontroladas atingindo áreas indesejadas e colocando em risco a diversidade ecológica do bioma como é apresentado a seguir: *“[...] oferecendo riscos para a fauna, flora e toda a população [...]”*.

Além das problemáticas relacionadas diretamente a mudança microclimática e o risco de extinção de espécie endêmicas, ocasionada pela intensa quantidade de queimadas realizadas todos os anos no Bioma Cerrado, podemos também problematizar através do tema, discussões relacionadas ao aquecimento global e intensificação pelo efeito estufa. Para Martins (2009), Reis e Marques (2018), países têm reconhecido a gravidade da crise climática e a necessidade de implementar medidas para o enfrentamento. Para os autores há três caminhos possíveis de resposta ao aquecimento global sendo eles: adaptação, mitigação ambas amplamente reconhecidas como indispensáveis e, por fim a Geoengenharia do Clima compreendida como a intervenção intencional e em larga escala no sistema climático, com o propósito de combater ou reduzir os efeitos das alterações climáticas de origem antropogênica, em particular o aquecimento global decorrente das emissões de gases de efeito estufa muito associado a incêndios florestais identificados como temática no caso apresentado pelo grupo.

Além disso, o investimento em pesquisas para o melhoramento genético de sementes adaptadas às condições do bioma Cerrado com maior produtividade e resistência representam uma estratégia eficaz para intensificar a produção agrícola em áreas que já estão sendo utilizadas pra tais fins, potencializando a produtividade sem a necessariamente aumentar a área de cultivo. Tal abordagem contribui diretamente para a diminuição da pressão por novas áreas de cultivo, reduzindo, assim, o desmatamento associado ao “*Avanço da fronteira agrícola*” evidenciado no “Caso 2”.

Conforme observado, há evidências de que os participantes compreenderam o uso do fogo como prática cultural. Contudo, a relação com a produção científico-tecnológica aparece apenas de maneira instrumental como drones, satélites e máquinas agrícolas que são apontados como dispositivos úteis para monitoramento e prevenção, mas raramente analisados como tecnologias inseridas em uma lógica produtiva que, ao favorecer a intensificação da agropecuária, contribui também para o aumento das queimadas. Dessa forma, o entendimento dos participantes revela uma visão tecnicista, na qual apresenta a tecnologia como solução, sem avançar para uma leitura crítica que destaque como modelos tecnológicos agrícolas influenciam diretamente a degradação ambiental. Isso mostra que a EA crítica ainda não foi plenamente apropriada, pois exige compreender que a tecnologia não é neutra e está imersa em disputas político-econômicas como aponta Loureiro, ao mencionar que:

Em uma perspectiva de justiça ambiental¹⁹, as causas da degradação não são determinadas por fatores conjunturais ou pela ignorância tecnológica. Devem-se a um conjunto de variáveis interconectas que se dão em bases sociais, econômicas, culturais e políticas estruturalmente desiguais, que conformam a sociedade contemporânea. Tal estrutura faz com que o processo de exposição aos problemas e riscos ambientais, bem como a definição e percepção destes, também sejam diferentemente constituídos e distribuídos (Loureiro, 2003, p. 52).

No “Caso 3” intitulado “Os desafios dos Ribeirinhos”, o foco recaiu sobre o assoreamento do rio Lontra em Araguaína-TO, abordando a degradação hídrica resultante do descarte inadequado de resíduos sólidos, da expansão urbana desordenada e da ausência de infraestrutura básica por parte do poder público municipal como destaca Bueno (2013) ao mencionar que:

¹⁹ Justiça Ambiental é “[...] um conceito aglutinador e mobilizador, por integrar as dimensões ambiental, social e ética da sustentabilidade e do desenvolvimento, frequentemente dissociados nos discursos e nas práticas. Como conceito e movimento, Justiça Ambiental constitui-se em vetor importante de contestação ao modelo de desenvolvimento vigente, de explicitação da vinculação entre justiça social e ambiental e de luta pela organização popular para exigir políticas públicas inclusivas e democráticas (Loureiro, 2003, p. 52).

A retirada da cobertura vegetal e exposição de solos às intempéries (chuva e vento), seja para a expansão urbana (obras de terraplanagem, terrenos urbanos ou periurbanos deixados sem vegetação, loteamentos, empreendimentos e edificações implantados parcialmente, sem infraestrutura de drenagem, sem pavimentação, em terrenos íngremes ou suscetíveis à erosão), seja pela atividade agrícola em solos frágeis ou com técnicas inadequadas. Há perda de solos agricultáveis e, ao mesmo tempo, assoreamento de cursos d'água, que destrói nichos ecológicos e reduz o leito dos rios (Bueno, 2013, p.28).

A narrativa apresentada no “Caso 3”, estimula reflexões sobre a responsabilidade coletiva e o papel das políticas públicas na mitigação dos impactos ambientais oriundos de processos erosivos e sedimentares. O conhecimento sobre as causas e efeitos é fundamental para que se indique possibilidades de revitalização das áreas impactadas.

No “Caso 3”, os problemas observados pelo personagem evidenciam ser *“resultante da interferência urbana como a pavimentação e a falta de infraestrutura”*. Sendo assim, observamos possibilidades para discussões de aspectos políticos e econômicos relacionados à produção científico-tecnológica para o estudo sobre os efeitos da urbanização marcada pela falta de impermeabilização do solo e ausência de sistemas adequados de drenagem que favorecem o carreamento de sedimentos para o rio.

Para resolução do problema apresentado no “Caso 3”, é inevitável a empregabilidade de tecnologias que promovam a coleta e direcionamento eficaz do grande volume de água da chuva. Nesse caminho, mecanismos como redes de drenagem, galerias pluviais ou bacias de contenção seriam tecnologias eficientes para a reversão ou mitigação dos danos provocados pelo assoreamento do rio.

A afirmação de que *“a intensificação do processo de assoreamento dos cursos d'água ocorreu, principalmente pela ação humana, ou seja, pela retirada da cobertura vegetal das margens dos rios, deposição de lixo”* retrata a relação entre a atividade antrópica e os danos causados ao curso do rio. Neste fragmento pode-se problematizar a necessidade e importância da preservação e manutenção da vegetação ciliar tendo papel crucial na retenção de sedimentos e na proteção das margens.

O trecho *“coloração diferente na água, resultando na morte dos peixes, percebeu também que o rio estava mais raso e que em entorno do rio via-se uma grande quantidade de lixo”* traz evidências dos impactos do assoreamento na qualidade da água e na biodiversidade aquática, como exemplificado na frase *“os peixes estão morrendo”*, que ilustra os efeitos da diminuição do oxigênio dissolvido na água.

Por fim, o trecho *“e construções civis vimos avenidas, barragens, usinas e etc.”* destaca a interferência direta da infraestrutura construída, muitas vezes sem considerar o

planejamento sustentável. Embora as tecnologias da engenharia civil e da produção científico-tecnológica possam ser empregadas para diminuir os impactos ambientais, sua aplicação sem critérios também pode ocasionar mudanças do fluxo natural do rio, acúmulo de sedimentos e o comprometimento da capacidade de auto regulação dos ecossistemas.

Observa-se que os participantes relacionaram a falta de infraestrutura urbana com a intensificação dos processos erosivos e sedimentares, contudo, ainda que reconheçam o papel da tecnologia a compreensão permanece restrita aos efeitos visíveis e às tecnologias como mitigadoras (redes pluviais, galerias, bacias de contenção e etc.). Neste sentido, evidenciamos uma maior necessidade de um aprofundamento quanto aos modelos de urbanização adotados, à especulação imobiliária e à lógica de ocupação do solo que gera a necessidade dessas tecnologia, persistindo uma leitura que reconhece a tecnologia como solução, mas não como parte intrínseca da problemática socioambiental local.

O “Caso 4” intitulado “Economicamente favorável ou Socio-ambientalmente aceitável?”, apresenta a problemática da extração de água subterrânea, evidenciando a contaminação dos lençóis freáticos. A análise crítica das práticas de empresas de saneamento revelou controvérsias morais, ambientais e políticas, instigando os estudantes a refletirem sobre o uso responsável dos recursos hídricos e a importância na manutenção e elaboração de políticas ambientais efetivas.

A proposta de levantamento de dados sobre o consumo e fontes de abastecimento representa uma estratégia metodológica que favorece o desenvolvimento do pensamento científico e crítico, especialmente no que se refere à sustentabilidade dos recursos hídricos futuros. Por isso, considerar que o processo de extração das águas do lençol freático não apresenta risco para as futuras gerações, de alguma forma negligencia e ignora as consequências irreversíveis relacionadas à essa prática.

No recorte do “Caso 4” sobre o “*reaproveitamento para fornecimento da população*” fica evidente a importância da inovação científica no desenvolvimento e aplicação de tecnologias voltadas à coleta, tratamento e reutilização de águas residuais, contribuindo para a redução do consumo sobre os depósitos de águas subterrâneas, bem como a captação e aproveitamento de águas pluviais, são ações que, aliadas a empregabilidade de equipamentos desenvolvidos para a medição das águas subterrâneas e a avaliação da sua capacidade de recarga podem contribuir para um consumo consciente e sustentável.

Além das questões diretamente relacionadas à água, os trechos “*ocorrências de inundações, infiltrações e desmoronamentos nas casas de pessoas que moram perto do rio*” e “*cometimento de doenças nas populações*” apontam para os efeitos decorrentes das inundações e deslizamentos frequentemente associados a impermeabilização do solo e ocupação irregular de áreas de risco. Em referência à área da saúde pública, o monitoramento epidemiológico associado a sistemas de saneamento contribui para a prevenção de doenças de veiculação hídrica, como leptospirose, hepatites virais e gastroenterites acometida em pessoas que não possuem acesso a água potável e ao saneamento básico.

Há uma percepção dos participantes sobre a relação entre a contaminação dos lençóis freáticos e uso inadequado da água subterrânea. Entretanto, a análise não avançou para discutir como as tecnologias de saneamento, sua distribuição desigual e a lógica empresarial produzem vulnerabilidades socioambientais. A ausência de reflexão crítica sobre esse aspecto evidencia uma lacuna significativa pois, a tecnologia aparece como ferramenta, mas não como fenômeno social, condicionado por decisões políticas de interesses econômicos.

Embora os participantes reconheçam a caráter coletivo dos impactos decorrentes dos processos sedimentares, as soluções sugeridas ainda se mantêm em uma perspectiva predominantemente individual, o que revela uma ausência na prática da EA. Isso se torna particularmente relevante quando se considera que o curso realizado foi de curta duração, o que naturalmente limita o aprofundamento teórico-metodológico necessário para ressignificar concepções prévias dos integrantes e promover uma mudança efetiva de postura diante das questões ambientais.

Dessa forma, reiteramos que as reflexões suscitadas pelos casos demonstram que a atuação docente frente às QSA, está intrinsicamente relacionada a um processo formativo que vai além da sensibilização ou de cursos eventuais. É necessário consolidar uma prática relacionada à EA por meio de problematizações de QSA, para que se reconheça as contradições inerentes à realidade e compreenda a complexidade dos contextos socioambientais, superando a visão individualizada e promovendo ações coletivas e efetivas.

Após o estudo dos casos, consideramos que todos os temas se inserem em um cenário CTS com potencial para discussões de controvérsias socioambientais. Também destacamos que os elementos que constituem os QR para discutir sobre as problemáticas ambientais indicadas, em específico, sobre a produção de energia elétrica através de

hidrelétricas, uso do fogo como alternativa para a limpeza de áreas para plantio, renovação de pastagens ou mesmo criminoso; assoreamento de rios e; o uso das águas dos lençol freático, permitem discussões importantes sobre as relações entre aspectos socioambientais, culturais, bem como valores éticos e morais, dimensões necessárias ao entendimento crítico e à formação cidadã.

Isso se deve principalmente à identificação dos ASC elencados aos questionamentos orientadores, que, somados às discussões sobre as relações entre o desenvolvimento científico-tecnológico e as problemáticas ambientais, contribuem para o entendimento das inter-relações relações CTSA.

Em conjunto, os casos e os QR promovem uma abordagem científica e contextualizada das QSA, mobilizando os estudantes para o protagonismo social e para a formação ética e ambientalmente comprometida. Neste contexto, consideramos que a presente pesquisa apresentou o valor pedagógico que incorpore a realidade local como objeto de estudo, promovendo a articulação com os saberes escolares.

Deste modo, inferimos que a intervenção se constituiu em duas frentes formativas: 1) teórica-metodológica: desenvolvida a partir da análise da problemática socioambiental considerando os ASC, Objetivos de aprendizagem e questões orientadoras e; 2) didático-pedagógica: por meio do caso elaborado a partir de uma problemática local considerando a importância da problematização e contextualização socioambiental.

Entretanto, é justamente nesse conjunto de possibilidades que também se evidenciam as contradições próprias do processo formativo analisado. Assim, a presença de contradições entre o potencial dos temas e a profundidade das análises dos QR produzidos pelos licenciandos demonstra que, embora a intervenção tenha possibilitado discussões significativas, ainda há um percurso formativo a ser consolidado. Essa comprovação reforça a importância da pesquisa, ao evidenciar que a construção e o amadurecimento de uma compreensão crítica sobre as inter-relações CTSA é um processo marcado por conflitos, limites e também por possibilidades transformadoras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do caminho percorrido, esperamos que esta pesquisa contribua de forma clara e objetiva, subsidiando e incentivando novos trabalhos de forma a possibilitar uma melhor promoção, divulgação e consolidação da importância de se abordar as QSA no processo de ensino-aprendizagem, oportunizando aos profissionais da educação e futuros professores reflexões sobre os fundamentos didáticos-pedagógicos para elaboração de propostas de ensino que visam a formação crítica dos estudantes.

Para tanto, os cursos de formação inicial e continuada de professores devem reconhecer a importância de se trabalhar a construção de propostas de ensino pautadas na problematização e contextualização. Tais dimensões, ao abordar os aspectos políticos, econômicos, socioculturais, éticos e morais, tendem a potencializar e dinamizar o processo de ensino-aprendizagem sobre o entendimento das relações entre a produção científico-tecnológica e as problemáticas ambientais.

Nesse sentido, destaca-se a importância de oportunizar aos profissionais da educação, especialmente aos futuros professores, momentos de reflexão acerca dos fundamentos didáticos-pedagógicos que embasam a elaboração de propostas de ensino contextualizadas e problematizadoras. Essas propostas devem incentivar o protagonismo dos estudantes, capacitando-os a desenvolver uma visão ampla sobre as inter-relações CTSA, de modo a promover uma educação voltada para a sustentabilidade no uso dos recursos naturais.

Sendo assim, é imprescindível que os cursos de formação inicial e continuada de professores reconheçam e valorizem a necessidade de se trabalhar a construção de propostas pedagógicas que estejam pautadas na problematização de questões contextualizadas, envolvendo os saberes científicos, tecnológicos, socioeconômicos e culturais que relacionados às problemáticas ambientais, principalmente em contextos regionais.

Levando em consideração tais vertentes, entendemos que a incorporação dos aspectos científicos-tecnológicos e os valores ético-morais na discussão das QSA no contexto tocantinense contribui para o desenvolvimento de competências essenciais à formação cidadã, tais como a responsabilidade socioambiental, a capacidade de tomada de decisões conscientes, o engajamento em práticas sustentáveis e na busca por soluções

relacionadas às QSA estudadas, sendo fundamental que o processo de ensino-aprendizagem integre o conhecimento científico às realidades locais, promovendo articulações entre teoria e prática, levando em consideração não apenas as inovações tecnológicas em si, mas, também suas consequências para diferentes grupos sociais e para o equilíbrio dos ecossistemas.

Ao retomarmos a pergunta central que orientou a presente pesquisa e considerando as evidências produzidas durante o curso, inferimos que os participantes identificaram elementos essenciais das inter-relações CTSA, por meio da problematização das questões socioambientais locais ao reconhecerem que os impactos do desenvolvimento científico-tecnológico sobre o meio ambiente e as comunidades se manifestam e influenciam de diferentes maneiras, sejam elas positivas ou negativas.

Tais evidências podem ser observadas nos casos produzidos sobre problemáticas ambientais locais, os quais revelam que tecnologias como as hidrelétricas, uso do fogo, sistemas de drenagem urbana associado à ocupação irregular de terrenos assim como o uso indiscriminado da água dos lençóis freáticos, quando aplicadas sem uma perspectiva sustentável e socialmente justa, podem gerar prejuízos significativos, como a perda de modos de vida tradicionais, contaminação ambiental, destruição da biodiversidade e aumento da vulnerabilidade das populações como reflexo.

No entanto, observamos que o tempo reduzido da proposta de intervenção impôs desafios significativos para o aprofundamento teórico e para a consolidação de uma reflexão mais crítica e integrada entre ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e os aspectos econômicos, políticos, sociais éticos e morais associados as QSA abarcadas pelos casos elaborados, tendo em vista que as discussões dos casos entre os participantes poderiam potencializar ainda mais o desenvolvimento do senso crítico dos envolvidos.

Por outro lado, consideramos que a elaboração de Quadros de Referência para subsidiar o estudo/análise de QSA considerando os pressupostos da ECTS, foram fundamentais para que os participantes compreendessem os fundamentos didáticos-pedagógicos e contribuíssem para orientar os participantes na elaboração dos casos, servindo como suporte de estruturação para a elaboração de uma proposta de ensino de QSA, destacando seu potencial pedagógico.

Enfatizamos que encaminhamentos formativos oriundos da ECTS, desempenham um papel estratégico no desenvolvimento de uma sociedade mais justa e sustentável, fomentando a consciência crítica e a participação ativa dos cidadãos na defesa do meio

ambiente e na busca por soluções que conciliem desenvolvimento à preservação dos recursos naturais para as atuais e futuras gerações.

Também consideramos que, mesmo intervenções “breves” podem gerar movimentos formativos significativos, pois a aproximação entre teoria e a realidade reforça a necessidade de que os cursos de formação inicial e continuada valorizem propostas pedagógicas baseadas na problematização de situações concretas, especialmente em regiões onde as transformações ambientais estão fortemente associadas às dinâmicas políticas, econômicas e tecnológicas, como no caso do estado do Tocantins, em que, por se tratar do estado mais novo da federação ainda se encontra em desenvolvimento em diferentes campos com o científico/tecnológico associado às necessidades regionais e sociais.

Por fim, consideramos que os licenciandos que participaram da intervenção, sendo orientados na elaboração de casos sobre problemáticas ambientais locais, vivenciaram uma possibilidade concreta de construir propostas de ensino alinhadas às demandas socioambientais regionais que visam a formação de sujeitos aptos à tomada de decisão diante das QSA.

6. REFERÊNCIAS

ACEVEDO, Germán Darío Rodríguez. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura**, 1998.

ANDRADE, Maria Aparecida da Silva; NUNES-NETO, Nei; ALMEIDA, Rosileia Oliveira de. Uso de agrotóxicos: uma Questão Sociocientífica para o ensino médio. In: **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Org. Dália Melissa Conrado, Nei Nunes-Neto. Salvador: EDUFBA, 2018. 570 p.

ANGOTTI, José André; AUTH, Milton Antônio. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.

ANTERO, Roberto. Urbanização pela migração em Araguaína (TO). **Caminhos de Geografia**, v. 17, p. 228-43, 2016.

ANTONIAZZI, Elisiane Aparecida; RAIHER, Augusta Pelinski. Crescimento Econômico e Desenvolvimento: Uma análise acerca da desigualdade no mercado de trabalho brasileiro. Publicatio UEPG: **Ciências Sociais Aplicadas**, v. 28, p. 1-16, 2020.

AULER, Décio. Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: novos caminhos para a educação em ciências. **Contexto e Educação**, 22(77), 167–188. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2007.77.167-188>. 2007.

AULER, Décio. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, São Paulo, v. 1, n. especial, p. 01-20, nov. 2007.

AULER, Décio. **Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 73-97, 2011.

AULER, Décio; BAZZO, Walter. Antônio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1. p. 1-13, ISSN1516-7313, 2001.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

AULER, Décio; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **CTS e a educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação**. Décio Auler; Wildson Pereira dos Santos (organizadores). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

BATISTONI, Maíra; SILVA, Karolina Martins Almeida e; SOUSA, Leila Cristina Aoyama Barbosa Sousa. Entre Propósitos e Conceitos: Questões sociocientíficas em propostas didáticas para o ensino de biologia. **reamec-rede amazônica de educação em ciências e matemática**, v. 9, n. 2, p. e21051-e21051, 2021.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. 4 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2014.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é - o que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

BOLFE, Édson L. et al. Matopiba em crescimento agrícola Aspectos territoriais e socioeconômicos. **Revista de política agrícola**, v. 25, n. 4, p. 38-62, 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <https://www.senado.leg.br/legislacao/const/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

BRASIL. Lei no 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). **Edital de Convocação nº 03/2019 – CGPLI: Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas, literárias e recursos digitais para o Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD 2021**. Brasília, DF: MEC/FNDE, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/fnde/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/consultas-editais/editais/edital-pnld-2021/EDITAL_PNLD_2021_CONSOLIDADO_13__RETIFICACAO_07.04.2021.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

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

BRASIL. Ministério da Educação. **Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Brasília, 2012.

BRITO, Eliseu Pereira; DE ALMEIDA, Maria Geralda. Sentido e organização do trabalho das quebradeiras de coco no Bico do Papagaio, Tocantins. **Geosul**, v. 32, n. 63, p. 229-249, 2017.

BUENO, Laura Machado de Melo. A Adaptação da Cidade às Mudanças Climáticas: Uma Agenda de Pesquisa e uma agenda Política. **Mudanças Climáticas e as Cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social**/ Ricardo Ojima, Eduardo Marandola Júnior (orgs). São Paulo: Blucher 2013.

CALDEIRA, Vanessa Morgado Madeira et al. Bncc e a formação continuada de professores. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 13, n. 2, p. e1003-e1003, 2024.

CHIZZOTTI, Antonio. Pesquisa em ciências humanas e sociais. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CHRISTIANSEN, Stine; SANDOE, Peter. Bioethics: limits to the interference with life. **Animal Reproduction Science**, v. 60, p. 15-29, 2000.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. **Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de**

ciências. Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, Salvador, 2018 p. 77-118.

CONRADO, Dália. Melissa. et al. Uso do conhecimento evolutivo na tomada de decisão de estudantes do ensino médio sobre questões socioambientais. *Revista Contemporânea de Educação*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 14, p. 345-368, 2012.

CONRADO, Dália. Melissa. **Uso de conhecimentos evolutivo e ético na tomada de decisão por estudantes de biologia.** 2013. 220 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

CONRADO, Dália. Melissa; NUNES-NETO, Nei. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Org. Dália Melissa Conrado, Nei Nunes-Neto. EDUFBA, Salvador, 2018 p,15.

CONRADO, Dália. Melissa; NUNES-NETO, Nei; VIANA, Blandina; EL-HANI, Charbel. Declínio de polinizadores como Questão sociocientífica no Ensino de biologia. In: **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Org. Dália Melissa Conrado, Nei Nunes-Neto. Salvador: EDUFBA, 2018. 570 p.

CREMONESE, Dejalma. Ética e moral na contemporaneidade. **Campos Neutrais-Revista Latino-Americana de Relações Internacionais**, v. 1, n. 1, p. 8-28, 2019.

CRUZ, Sônia Maria Silva Corrêia; ZYLBERSZTAJN, Arden. **O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos.** In: PIETROCOLA, M. (org.). *Ensino de Física: conteúdo e epistemologia numa concepção integradora.* Florianópolis: Ed. da UFSC, p. 171-196, 2001.

CUPANI, Alberto. Modalidades da tecnologia e suas consequências culturais. *Revista Dialectus*, Fortaleza, ano 9, n. 17, p. 82-95, maio/ago. 2020.

DAGNINO, Renato; SILVA, Rogério Bezerra da; PADOVANNI, Naia. **Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 99-134, 2011.

DALMOLIN, Alzira Maria Trombini, & ROSO, Carlos César. **Investigação Temática: Análise de Impactos Pré-Produção de CT Como Encaminhamentos Para a Educação em Ciências.** In II Seminário Internacional de Educação em Ciências. Rio Grande, RS/Brasil. 2012

DALMOLIN, Antônio Marcos Teixeira; ROSO, Caetano Castro. Paulo Freire (re) inventando a Educação em Ciências. In: **Congresso Internacional Paulo Freire: o legado global** (2.: Belo Horizonte, MG). Proceedings. Belo Horizonte: UFMG, 2018.

DAMIANI, Magda Floriana et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.

DE AZAMBUJA MARASCHIN, André; DA FONSECA, Eril Medeiros; LINDEMANN, Renata Hernandez. Freire-CTS e/ou CTS-Freire? Contribuições para o

Ensino de Ciências. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 16, n. 1, p. 319-343, 2023.

DE BARCHIFONTAINE, Christian de Paul. Bioética no início da vida. **Revista Pistis & Praxis**, v. 2, n. 1, p. 41-55, 2010.

DE JESUS, Andrielly Gomes et al. Prática da cultura da queima nas atividades agropecuárias e suas implicações no estado do Tocantins. **Revista de Políticas Públicas**, v. 24, n. 1, p. 205-225, 2020.

DE SOUSA, Marcelo Araújo; DE BRITO, Eliseu Pereira. A expansão territorial urbana de Araguaína: algumas considerações. **ENTRE-LUGAR**, v. 3, n. 5, p. 37-51, 2012.

DELIZOICOV, Demétrio. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal**. Dissertação de mestrado. São Paulo: IFUSP/FEUSP, 1982.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José Antônio; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. Cortez 2011.

FERREIRA, André Luís; SILVA, Felipe Barcellos. Universalização do acesso ao serviço público de energia elétrica no Brasil: evolução recente e desafios para a Amazônia Legal. **Revista Brasileira de Energia**, v. 27, n. 3, p. 135-154, 2021.

FONSECA, Eril Medeiros da; TADEU, Tassiélen Soares Antunes; MARASCHIN, André de Azambuja; LINDEMANN, Renata Hernandez. Problematização das Situações-limite no Contexto do Ensino e Formação em Ciências: Contribuições da Abordagem de Temas com Viés Freireano. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, n. u, p. e33532, 1–, 2021.

FRANCO, Maria Amélia do Rosario Santoro. Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 97, n. 247, p. 534-551, 2016.

FRASSON, Fernando; LABURÚ, Carlos Eduardo; DE FREITAS ZOMPERO, Andréia. Aprendizagem significativa conceitual, procedimental e atitudinal: Uma releitura da Teoria Ausubeliana. **Revista Contexto & Educação**, v. 34, n. 108, p. 303-318, 2019.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Indignação: Cartas Pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: UNESP, 2000.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1992.

FREITAS, Maria Teresa de Assunção; RAMOS, Bruna Sola (orgs.). **Fazer Pesquisas na Abordagem Histórico-Cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010, 196p.

GARCÍA, Marta Isabel Gonzáles; CERESO, Jasé. Antônio López; LUJÁN, José Luiz. **Ciência, tecnologia y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996. 327p.

GASPERI, Angélica Maria; MARTINS, Ana Caroline Lubenov; EMMEL, Rúbia. A relação entre a BNCC e a formação de professores. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 18, n. 40, p. 3, 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 10. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

GOBARA, Shirley Takeco. et al. O ensino de ciências sob o enfoque da educação ambiental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 9, n. 2, p. 171-182, 1992.

HARTMANN, Anderessa Corcete; HERMEL, Erica do Espírito Santo. As Práticas Pedagógicas nos Livros Didáticos de Ciências e de Biologia Recomendados pelo PNLD 2017 e pelo PNLEM 2018. *Ensino*, v. 22, n. 3, 2021, p. 412-421. Disponível em: <https://bit.ly/3UYI8FF>. Acesso em 22/07/25.

HOBSBAWM, Eric J. **Da revolução industrial inglesa ao imperialismo**. Forense-Universitária, 2003.

HODSON, Derek. Going beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action. **Science Education Review**, v. 3, n. 1, p. 2-7, 2004.

IEMA: Instituto de Energia e Meio Ambiente. Um milhão estão sem energia elétrica na Amazônia, 2019. Disponível em: https://energiaambiente.org.br/um-milhao-estao-sem-energia-eletrica-na-amazonia-20191125?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 28 Set. 2025.

IEMA: Instituto de Energia e meio ambiente. **Exclusão elétrica na Amazônia legal: quem ainda está sem acesso à energia elétrica?** 2020 disponível em: <https://energiaambiente.org.br/wp-content/uploads/2021/02/relatorio-amazonia-2021-bx.pdf> e acesso em 23/06/2024, acesso em 23/06/2024.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades e Estados: Araguaína – TO**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/araguaina/panorama>. Acesso em: 14 jul. 2025.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in science education: perspectives from classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer. p. 179-199, 2008.

KATO, Danilo Seithi; KAWASAKI, Clarice Sumi. **O significado pedagógico da contextualização para o ensino de ciências: análise dos documentos curriculares oficiais e de professores**. VI ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 6, 2007.

LEVINSON, Ralf. Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. **International Journal of Science Educations**, v. 28 n. 10, p. 1.201 – 1.224, 2006.

LOUREIRO, Carlos Frederico B. Premissas teóricas para uma educação ambiental transformadora. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 37-54, 2003.

LIBÂNIO, José Carlos. **Perspectivas de uma pedagogia emancipadora face às transformações do mundo contemporâneo**. 1998. Entrevista concedida ao Prof. Nivaldo A. N. David, em Goiânia, em 16 de dezembro de 1997- Entrevista com José Carlos Libâneo: Perspectivas de uma Pedagogia Pensar a Prática 1:1-21, jan./jun.1998- Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/fef/article/view/8/2613>. Acesso em: 23 mar. 2024.

LIMA, Diogynys Cesar; DANTAS, Josivânia Marisa. Um panorama do elemento Tecnologia na Educação CTS e o ensino de Ciências. **Amazônia: Revista de educação em ciências e matemáticas**, v. 17, n. 39, p. 73-91, 2021.

LINSINGEN, Irlan Von. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2007.

LINSINGEN, Irlan Von. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Forgrad em Revista**, n. 3, p. 36-47, 2008.

LÜDKE, Menga; CRUZ, Gisele B.; BOING, Luis A. A pesquisa do professor da educação básica em questão. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, n. 42, p. 456-602, 2009.

MAGOGA, Thiago Flores; MUENCHEN, Cristiane. A Abordagem Temática caracterizada por pesquisadores da área de Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 315-343, 2020.

MAGOGA, Thiago Flores; Schneider, Tatiane Maria; CENTA, Fernanda Gall; MUENCHEN, Cristiane. A escolha dos temas em práticas educativas baseadas na abordagem temática. **Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI**, 11(21), 10–22. 2015.

MARTINS, Isabel P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), pp. 28-39, 2002.

MARQUES, Ana Rita; REIS, Pedro. Geoengenharia DO CLIMA: Uma controvérsia Sociocientífica sobre a Responsabilidade na Manipulação do Clima. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei (orgs.). **Questões sociocientíficas: fundamentos**,

propostas de ensino e perspectivas para ações Sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 345-362.

MARTINS, Ana Clara Backes. **Respostas à mudança climática: cooperacao internacional e os esforços de mitigacao, adaptacao e geoengenharia.** 2009. 110 f. Dissertacao (Mestrado em Internacionais) – Faculdade de Ciencias Economicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MENZES, Geisa Defensor Okiveira; DE MIRANDA, Maria Anália Macedo. O lugar da educação ambiental na nova base nacional comum curricular para o ensino médio. **Educação Ambiental em Ação**, v. 20, n. 75, 2021.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 12, p. 117-128, 2006.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva** 2. Ed. Ijuí, 2011.

MORAIS, Itamar Araújo. **Araguaína (TO): enquanto Cidade Média no contexto regional.** 2014. 130 f.: i l.; 30 cm. *Dissertação* (mestrado) – Universidade de Brasília; Instituto de Ciências Humanas; Departamento de Geografia; Programa de Pós-graduação em Geografia, 2014.

MUENCHEN, Cristiane. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS.** 2010. Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis–SC, 2010.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

NELKIN, Dorothy (Ed.). **Controversy: politics of technical decisions.** London: Sage Publications, 1992.

NEVES, José Luis. **Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades.** **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

NOGUEIRA, Adrinelly Lemes; BORGES, Maria Célia. A Base Nacional Comum Curricular e seus impactos na formação continuada de professores da Educação Básica. **Educação em Revista**, v. 21, n. 2, p. 37-50, 2020.

OLIVEIRA, Elaine Toná; ROYER, Marcia Regina. A Educação Ambiental no contexto da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio. **Interfaces da Educação**, v. 10, n. 30, p. 57 – 78, 2019.

OLIVEIRA, Emanueli. **Tendências Pedagógicas.** 2018. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/pedagogia/tendencias-pedagogicas/>> Acesso em 23 de março 2024.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, Vozes, 2007.

PALÁCIO, Regina; SILVEIRA, Mônica; CONRADO, Dália Melissa. **Universalização de energia elétrica em uma questão sociocientífica para o ensino técnico**. Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas, p. 325, 2018.

PATRIOTA, Jessica Nepomuceno; BATISTA, Antonio Carlos; GANASSOLI, Eduardo; SANTOS, Micael Moreira; COELHO, Maria Cristina Bueno; GIONGO, Marcos. Avaliação das ocorrências de incêndios florestais no Estado do Tocantins. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 12, n. 3, p. 518-523, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v12i3.4061>.

PEDRANCINI, V. D.; SIERRA, D.F.M. Questões sociocientíficas e formação crítica de professores. CARVALHO, LMO; CARVALHO, WLP; JUNIOR, JL Formação de professores, questões sociocientíficas e avaliação em larga escala: aproximando a pós-graduação a escola. São Paulo: Escrituras (**Educação para a Ciência**), p. 41-57, 2016.

PEDRETTI, Erminia. Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: ZEIDLER, Dana. L. (Ed.). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. Dordrecht: Kluwer, 2003. p. 219-239.

PEREIRA, Caroline Nascimento; PORCIONATO, Gabriela Lanza; CASTRO, César Nunes de. **Aspectos socioeconômicos da região do Matopiba**. 2018.

PEREIRA, Matheus Grigoletto; SALES, Thiago Henrique da Silva de. O professor como mediador do processo de ensino-aprendizagem em sala de aula. **MOSAICO**, v. 21, n. 1, 2023.

PITTA, Fabio Teixeira; MENDONÇA, Maria Luisa; BOECHAT, Cássio Arruda. **A produção do espaço na região do MATOPIBA: violência transnacionais imobiliárias agrícolas e capital fictício**. 2017.

QUEIROZ, Cecília Telma Alves Pontes de; MOITA, Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro. **Fundamentos sócio-filosóficos da educação**. – Campina Grande; Natal: UEPB/UFRN, 2007.

REIGOTA, Marcos. El estado del arte de la educación ambiental en Brasil. Tópicos en Educación Ambiental, v. 4 n. 11. p. 49-62, 2002.

REIS, Pedro Guilherme Rocha dos. **A promoção do pensamento através da discussão dos novos avanços na área da biotecnologia e da genética**. 1997. 202f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 1997.

REIS, Pedro Guilherme Rocha. Ciência e controvérsia. **Revista de estudos universitários**, p. 9-15, 2009.

- REIS, Pedro Guilherme Rocha. Da discussão à ação sócio-política sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e tecnologia em Revista**, p. 1-10, 2013.
- REIS, Pedro. Da discussão a ação sociopolítica sobre controversias socio-científicas: Uma Questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Santo Angelo, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.
- ROBERTS, Douglas A. What counts as Science education? In: FENSHAM, P.J. (Org.). **Development and dilemmas in Science education**. Barcombe: The Falmer Press, 1991. P. 27-55.
- ROBSON, Colin. (1993). **Real World Research**. Oxford: Blackwell, 1995, 510p.
- RODRIGUES, J.C.R.; NASCIMENTO, R.Silva. Complexidade e Educação Ambiental. **Revbea**. São Paulo, v.11, n. 5, p.152-165, 2017.
- SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares (Orgs). **Estudo de Casos no Ensino de Ciências Naturais**. São Carlos, SP: Art Point Gráfica e Editora, 2016.
- SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.
- SADLER, Troy. D.; ZEIDLER, Dana. L. The morality of socio-scientific issues construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, New York, v. 88, n. 1, p. 4-27, 2004.
- SANTINELO, Paulo Cesar Canato; ROYER, Maria Regina; ZANATTA, Shalimar Calegari. **A Educação Ambiental no contexto preliminar da Base Nacional Comum Curricular**. Iturama - MG, v. 11. 2016.
- SANTOS, Lucas Manoel Lima. **A BNCC e o Ensino de Biologia: um olhar sobre a implementação curricular no estado do Tocantins**, (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Federal do Tocantins-UFT. Orientador: Karolina Martins Almeida e Silva, 2021.
- SANTOS, Milton. **Da totalidade ao lugar**. São Paulo: Edusp, 2005, p.161.
- SANTOS, W. L. P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira**. Campinas: UNICAMP. 1992. Dissertação. (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, 1992.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**. v.1 número especial, nov. 2007.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola**

Secundária Brasileira. Campinas: UNICAMP. 1992. Dissertação. (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, 1992.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **Significados da educação científica com enfoque CTS. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, v. 1, p. 21-39, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: Editora da Unijuí, 1997.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** 2003.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SILVA, Karolina Marins Almeida e; SILVA, Shirley Margareth Buffon da. **Perspectivas e desafios de estudo de QSC na educação científica brasileira.** In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei (orgs.). *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações Sociopolíticas.* Salvador: EDUFBA, 2018. p. 427-451.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz. Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SATO, Michele; CARVALHO, Isabel. (org.). **Educação Ambiental: Pesquisas e Desafios.** Porto Alegre: Editora Artmed, 2005.

SCHMIDT, Isabel Belloni; Clara Baringo Fonseca; Maxmiller Cardoso Ferreira; Margarete Naomi Sato. Experiências internacionais de manejo integrado do fogo em áreas protegidas– recomendações para implementação de manejo integrado de fogo no Cerrado. **Revista Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 41-54, 2016.

SCHOR, Tatiana. Reflexões sobre a imbricação entre ciência, tecnologia e sociedade. **Scientiae Studia**, v. 5, p. 337-367, 2007.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico.** São Paulo, SP: Cortez, 2007.

SILVA, Ana Claudia Barbosa da. **A poluição do Rio Araguaia como questão socioambiental no ensino de ciências: Objetivações para a formação soiopolítica.** (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Federal do Tocantins-UFT. Orientador: Karolina Martins Almeida e Silva, 2022.

SILVA, Karolina Martins Almeida e. **Questões sociocientíficas e o pensamento complexo: tecituras para o ensino de ciências.** Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

SILVA, Karolina Martins Almeida. Abordagem CTS no Ensino Médio: **Um estudo de caso da prática pedagógica de professores de Biologia.** (Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) Universidade Federal de Goiás. Orientador: Leandro Gonçalves Oliveira, 2010.

SILVA, Karolina Martins Almeida; MACIEL, Jacimeire Carvalho Silva. Aspectos sociocientíficos no ensino de Biologia: uma sequência didática sobre alimentos transgênicos, convencionais e orgânicos. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, p. 5-24, 2018.

SILVA, Osmair Benedito da; OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de e QUEIROZ, Saete Linhares. **Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque sociocientífico. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SILVA, Osmair Benedito da; OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de; QUEIROZ, Saete Linhares. **Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque sociocientífico. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas,** 2011.

SILVA, Súsie Fernandes Santos. **A reterritorialização dos barqueiros de Babaçulândia (TO) atingidos pela Usina Hidrelétrica de Estreito (MA).** 2017.

SIMONNEAUX, L. **Argumentation in socio-scientific contexts.** In: ERDURAN, S.;

SIMONNEAUX, Laurence. **Argumentation in socio-scientific contexts. Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research,** p. 179-199, 2007.

SOARES, Bernardo Elias Correa; NAVARRO, Marli Albuquerque; FERREIRA, Aldo Pacheco. Desenvolvimento sustentado e consciência ambiental: natureza, sociedade e racionalidade. **Ciências & Cognição**, v. 2, 2004.

SOARES, Bernardo Elias Correa; NAVARRO, Marli Albuquerque; FERREIRA, Aldo Pacheco. Desenvolvimento sustentado e consciência ambiental: natureza, sociedade e racionalidade. **Ciências & Cognição**, v. 2, 2004.

SORRENTINO, Marcos. **Desenvolvimento sustentável e participação: algumas reflexões em voz alta.** São Paulo: Cortez, 2004.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de articulações.** Dissertação de mestrado. São Paulo: USP, 2008.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagem CTS e ensino médio: espaços de articulação**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2008.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p.177-190, 2003.

TOCANTINS. **Documento Curricular do Tocantins: Ensino Médio, 2021**. Disponível em: <<https://www.to.gov.br/seduc/documento-curricular-do-territorio-do-tocantins-dct-to-etapa-ensino-medio/4hdqnsjj0uwt>>. Acesso em: 18 Set. 2025.

TOCANTINS. Secretaria Estadual de Educação e Cultura. **Documento Curricular do Tocantins: Ciências da Natureza e suas tecnologias**, Caderno 2. Palmas, TO; SEDUC, 2021. Disponível em: <<https://central.to.gov.br/download/31385>>. Acesso em 25 Nov. 2025.

VILLA, Aurélio; POBLETE, Manuel. **Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluacion de las competencias genericas**. Bilbao: Universidad de Deusto, 2007.

Weber, Max. **A ética protestante e o espírito do capitalismo**. 6a. ed. Tradução M. I. Szmrecsányi & T. Szmrecsányi. São Paulo: Livraria Pioneira, 1989.

Weber, Max. **Economy and society**. Tradução G. R. Wittich & C. Wittich. Berkeley: University of California Press, 1978.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGECIM

Av. Paraguai, s/n, esquina com Rua Uxiramas | Setor Cimba |
(63) 3416-5644 | <http://www.uft.edu.br> | ppgecim@uft.edu.br



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O Sr. (a) está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada “**Abordagem de questões Socioambientais por meio do estudo de casos controversos**”. Esta pesquisa será realizada pelo pesquisador Mayco Pereira Coimbra, discente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Norte do Tocantins do Campus de Araguaína, sob orientação da professora Dr. Karolina Martins Almeida e Silva. Nesta pesquisa, pretendemos realizar uma sequência de aulas através de um minicurso sobre casos direcionados ao ensino de Ciências e Biologia embasados nos referenciais sobre Questões Socioambientais.

A justificativa desta pesquisa está fundamentada na negligência do ensino das Questões Socioambientais no Ensino Básico, ficando evidente nas pesquisas mais recentes quando se leva em consideração a análise da Base Nacional Comum Curricular (2018).

Em virtude do exposto, surgiram algumas questões que despertaram o interesse em realizar essa pesquisa: Identificar o grau de conhecimento prévio dos acadêmicos a respeito das QSA a partir de uma problemática regionalizada. Apresentar o caso como uma possibilidade de desenvolvimento crítico dos alunos em frente as problemáticas ambientais. Capacitar os acadêmicos para o desenvolvimento de um bom caso amparado em modelos já elaborados e que evidencie quais aspectos deve apresentar para ser considerado um “bom caso” e por fim familiarizar os acadêmicos sobre essa abordagem em sala, através de aulas expositivas, e que permitam aos alunos o desenvolvimento da capacidade crítica sobre a relação do ser humano com as causas ambientais enfrentadas na atualidade.

A sua participação será voluntária e consistirá em relatos escritos obtidos através do questionário semiestruturado e materiais produzidos durante o minicurso, as respostas irão contribuir para que, através delas, possamos identificar a percepção e o grau de envolvimento sobre as Questões Socioambientais a partir de um contexto regionalizado. Garantimos manter o sigilo de sua identidade e asseguramos que as respostas obtidas serão tratadas como documento confidencial. Será mantida a privacidade durante a aplicação do questionário e minimizados qualquer risco de constrangimento pela participação neste trabalho como desconforto, constrangimento, exposição, inibição, medo, vergonha, receio de revelar informações, retaliação, sentimento de invasão de privacidade, recordações negativas e estigmatização e a forma de

Registro Acadêmico: 2022238925

Pesquisador: Mayco Pereira Coimbra



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGECIM

Av. Paraguai, s/n, esquina com Rua Uxiramas | Setor Cimba |
(63) 3416-5644 | <http://www.uft.edu.br> | ppgecim@uft.edu.br



ameniza-los, divulgando apenas as informações coletadas no questionário respondido ou dos casos produzidos. Para minimizar os riscos de quebra de confidencialidade, qualquer informação que possibilite a identificação do participante será evitada, tais como: nome, codinome, iniciais, registros individuais, informações postais, números de telefone, endereços eletrônicos, entre outros. Caso, durante a pesquisa, o senhor (a) sentir-se incomodado (a) em responder as questões a entrevista será finalizada.

A presente pesquisa terá como benefícios contribuir na formação inicial de professores desenvolvendo habilidades e competências relacionadas a elaboração de casos sobre temáticas ambientais. Qualquer dúvida em relação à realização desta pesquisa será esclarecida pela própria pesquisadora e sua orientadora. A sua identidade será preservada através de códigos criados pelo autor, todas as informações obtidas serão tratadas academicamente, respeitando seu/sua segurança e integridade.

Para participar deste estudo o (a) Sr.(a) não terá nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito à indenização, sob responsabilidade dos responsáveis pela pesquisa, conforme a **Resolução Nº 466 de 12 de dezembro de 2012**. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados obtidos pela pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou qualquer dado, material ou registro que indique sua participação no estudo não será liberado sem a sua permissão. O (A) Sr. (a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pela pesquisadora responsável, na Universidade Federal do Norte do Tocantins - Campus de Araguaína, e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo, serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11, 510/16 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

APÊNDICE B – DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGE CIM

Av. Paraguai, s/n, esquina com Rua Uxiramas | Setor Cimba |
(63) 3416-5644 | <http://www.uft.edu.br> | ppgecim@uft.edu.br



DECLARAÇÃO DO(A) PARTICIPANTE

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa “**Abordagem de questões Socioambientais por meio do estudo de casos controversos**” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. O pesquisador e a professora orientadora certificam-me de que todos os dados dessa pesquisa serão confidenciais.

Caso tenha questionamentos o (a) Sr (a) pode perguntar ao Pesquisador Mayco Pereira Coimbra e/ou a professora orientadora Karolina Martins Almeida e Silva. Em caso de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com seres Humanos – CEP/UFNT, o qual é composto por um grupo de pessoas que estão trabalhando para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. Ele tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de forma ética. Se você achar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você imaginou ou que está sendo prejudicado de alguma forma, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em caso de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFNT, localizada na Avenida Paraguai, s/nº, esquina com a Rua Uxiramas Setor Cimba/ 77824-838 Araguaína, TO. O (A) Sr. (a) pode inclusive fazer a reclamação sem se identificar, se preferir. O horário de atendimento nas segundas às sextas-feiras, das 9h às 11h e das 14h às 17hs, exceto em feriados, períodos de recesso acadêmico e nas datas das reuniões ordinárias do CEP.

Declaro que concordo em participar desta pesquisa e autorizo o pesquisador a fazer uso das respostas referentes às questões do questionário e/ou dos materiais produzidos durante o minicurso. Confirmando que recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Nome do Participante: _____

Data: _____

ASSINATURA DO PARTICIPANTE

PESQUISADOR: Mayco Pereira Coimbra

ORIENTADORA: Karolina Martins Almeida e Silva

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

Pesquisador Responsável: Mayco Pereira Coimbra

E-mail: mayco2305@mail.uft.edu.br

Telefone Celular: (63) 992527543

Professora Orientadora: Karolina Martins A. e Silva

E-mail: karolinaeducabio@gmail.com

Telefone: (63) 981228552

Registro Acadêmico: 2022238925

Pesquisador: Mayco Pereira Coimbra

APÊNDICE C - AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGECIM

Av. Paraguai, s/n, esquina com Rua Uxiramas | Setor Cimba |
(63) 3416-5644 | <http://www.uft.edu.br> | ppgecim@uft.edu.br



AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM

Eu, _____, portador (a) de cédula de identidade nº _____, autorizo o Mestrando Mayco Pereira Coimbra a gravar em vídeo e veicular a imagem e depoimentos para fins didáticos de pesquisa e divulgação de conhecimento científico sem quaisquer ônus e restrições. Ou seja, autorizo o uso de minhas imagens durante as atividades realizadas no âmbito do projeto intitulado: **“Abordagem de Questões Socioambientais por meio do Estudo de Casos Controversos”** para fins de investigação pelo pesquisador e divulgação dos resultados das ações propostas das quais participei. Fica ainda autorizada, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação, não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

Local e data _____ / ____ / ____

Assinatura

APÊNDICE D - PLANO DE AULAS

Aula:01
Primeiro Momento Pedagógico
Questões Socioambientais
<p>Data: 05/ 03/2023 Tempo previsto: 3 horas Público: Graduandos do curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Norte do Tocantins.</p>
Conteúdo Programático
<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento do Movimento QSA • Abordagem • Objetivos
Objetivo de Aprendizagem
<p>Conceitual: Compreender os impactos da ação humana no meio ambiente tais como as práticas de descarte de resíduos sólidos, desmatamento e queimadas e como podem contribuir para o ensino das questões controversas frente a degradação ambiental. Procedimental: Trabalhar as questões socioambientais estimulando o posicionamento crítico. Atitudinal: desenvolver a capacidade de abordar as relações entre as dimensões sociais e ambientais, a fim de investigar a constituição dos problemas socioambientais.</p>
Metodologia
<p>Primeiro Momento: Exposição das questões norteadores a serem abordadas durante o desenvolvimento da aula Segundo Momento: Apresentar temas que podem se tornar casos voltado para o ensino de temas direcionados as problemáticas locais elucidando as possíveis intervenções humanas. Terceiro Momento: Evidenciar aspectos das interações a partir de uma abordagem CTSA embasado nos questionamentos expostos através de casos.</p>
Instrumento Pedagógico
<ul style="list-style-type: none"> • Data Show • Textos impressos • Material didático desenvolvido para o curso
Avaliação
<p>Neste primeiro encontro, não será realizado nenhuma atividade com objetivo avaliativo. Será o primeiro momento de exposição e apresentação da proposta. Ou seja, como o minicurso irá ser conduzido, quais os objetivos e o que pretendemos produzir com os alunos. Encontro expositivo teórico frente as QSA.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

Aula:02
Segundo Momento Pedagógico
Temáticas Socioambientais – contexto tocantinense

<p>Data: 12/ 03/2023 Tempo previsto: 3 horas Público: Graduandos do curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Norte do Tocantins.</p>
Conteúdo Programático
Apresentação de situações problemas relacionadas às QSA no Estado do Tocantins.
Objetivo de Aprendizagem
<p>Conceitual: Identificar os aspectos e causas relacionadas às QSA. Procedimental: Argumentar sobre problemas socioambientais, evidenciando suas formas e consequências a partir de um posicionamento crítico-reflexivo frente as questões ambientais. Atitudinal: Reconhecer que a preservação ambiental é fundamental para a manutenção da qualidade da vida humana e das demais espécies a partir de uma visão regionalizada.</p>
Metodologia
<p>Primeiro Momento: Realizaremos um momento de indagação sobre as problemáticas ambientais em âmbito estadual para evidenciar o nível de engajamento da turma sobre temas relacionados às QSA. Segundo Momento: Exposição de imagens, reportagens e vídeos sobre situações reais referentes às QSA. Apresentação de reportagens/vídeos ou outra mídia que evidencie sobre casos relacionados às QSA no contexto do estado do Tocantins Terceiro Momento: Primeiras orientações para a construção de casos direcionados às QSA.</p>
Instrumento Pedagógico
<ul style="list-style-type: none"> • Textos impressos • Material didático desenvolvido para o curso
Avaliação
Como processo de avaliação desenvolvido na segunda aula, realizaremos questionamentos sobre quais temas poderíamos abordar no contexto regional no desenvolvimento de um caso.

Fonte: Elaborados pelo autor da pesquisa.

Aula:03 2ª Parte
<p>Data: 19/ 03/2023 Tempo previsto: 3 horas Público: Graduandos do curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Norte do Tocantins.</p>
Conteúdo Programático
Apresentação de Casos e Estratégias para o uso no Ensino de Ciências
Objetivo de Aprendizagem
<p>Conceitual: Compreender o processo de abordagem e desenvolvimento de casos. Procedimental: Apresentar casos sobre a abordagem das QSA no ensino de ciências já desenvolvidos. Atitudinal:</p>

Aula:03 1ª Parte
Segundo Momento Pedagógico
Estudo de Casos
<p>Data: 19/ 03/2023 Tempo previsto: 3 horas Público: Graduandos do curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Norte do Tocantins.</p>
Conteúdo Programático
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Apresentação de Casos e Estratégias para o uso no Ensino de Ciências ➤ As Origens do Método de estudo de Casos e a sua Popularização no Ensino de Ciências
Objetivos de Aprendizagem
<p>Conceitual: Compreender o método de estudo de caso, suas aplicações e possibilidades. Compreender o processo de abordagem e desenvolvimento de casos. Procedimental: Evidenciar o estudo de caso como possibilidade de ensino científico, promovendo o posicionamento crítico relacionado ao ensino. Atitudinal: Associar a relação entre o estudo de caso e a sua aplicação no ensino de ciências.</p>
Metodologia
<p>Primeiro Momento: Indagações sobre o Ensino de Ciências e Biologia utilizando como metodologia os casos sobre a temática QSA. Segundo Momento: Apresentaremos o surgimento do estudo de caso e sua importância no desenvolvimento do método dentro do campo de ensino de ciências. Terceiro Momento: Momento de indagação e reflexão através de perguntas orientadoras voltadas para uma revisão do conteúdo ministrado.</p>
Instrumento Pedagógico
<ul style="list-style-type: none"> • Data Show • Textos impressos • Material didático desenvolvido para o curso
<p>Possibilitar que os alunos tenham a capacidade de desenvolverem casos amparados por direcionamentos considerados essenciais para um boa abordagem tendo como método casos.</p>
Metodologia
<p>Primeiro Momento: Realizaremos um diálogo teórico introdutório para uma melhor compreensão sobre a abordagem de casos que abordem a temática ambiental. Segundo Momento: Exposição de casos e estratégias para sua elaboração. Terceiro Momento: Estimular os educandos a refletirem sobre as relações possíveis na abordagem de casos durante o processo de ensino e aprendizagem ao abordar temas de caráter científico.</p>
Instrumento Pedagógico
<ul style="list-style-type: none"> • Data Show • Textos impressos • Material didático desenvolvido para o curso

Avaliação
<p>Neste encontro, os alunos serão estimulados a pensarem sobre a aplicação do método no ensino de ciências e biologia através de indagações e problematizações direcionadas ao contexto regional de modo a possibilitar uma reflexão frente as QSA.</p> <p>Como proposta avaliativa solicitaremos aos acadêmicos que se reúnam em grupos e façam a escolha do tema pretendido para a elaboração do caso que será construído a partir da próxima aula.</p>
<p>Fonte: Elaborados pelo autor da pesquisa.</p>
Aula: 04 e 05
Terceiro Momento Pedagógico
Apresentação dos Casos
<p>Data: 26/05/2023 e 02/06/2023</p> <p>Tempo previsto: 3 horas cada.</p> <p>Público: Graduandos do curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Norte do Tocantins.</p>
Conteúdo Programático
<p>Neste momento de finalização do curso direcionado ao desenvolvimento do casos sobre as QSA como metodologia de ensino de Ciências e Biologia os alunos graduandos deverão elaborar e apresentar os casos desenvolvidos por eles para que os demais colegas façam suas contribuições.</p>
Objetivo de Aprendizagem
<p>Nesta fase, serão necessários apenas dois momentos direcionado aos objetivos de aprendizagem aqui caracterizados como:</p> <p>Procedimental: Discutir Questão de caráter controverso que abordem a temática ambiental, relacionando-as ao ensino amparadas por métodos e técnicas que evidenciem a construção de casos de natureza controversa.</p> <p>Atitudinal: Promover Ações direcionadas às QSA com o intuito de minimizar os impactos ambientais causados pela interação do ser humano com a natureza.</p>
Metodologia
<p>Primeiro Momento:</p> <p>Neste primeiro momento da aula os educandos serão orientados a se organizarem (individualmente ou em grupos a serem definidos) para realizar a exposição dos casos desenvolvidos por eles, relacionado o método do estudo de caso com as QSA locais, direcionados ao ensino de ciências e biologia.</p> <p>Segundo Momento:</p> <p>Neste momento os alunos poderão evidenciar e argumentar suas contribuições sobre os casos apresentado pelos demais alunos, trazendo reflexões e problematizações sobre como melhor abordar o tema no ensino de ciências e/ou biologia.</p> <p>Terceiro Momento:</p> <p>Ao finalizar as apresentações e contribuições dos alunos frente aos casos apresentados os mesmos serão orientados a entregarem cópias do material produzido (caso e material de mídia) para realizarmos a correção e posterior avaliação.</p>
Instrumento Pedagógico
<ul style="list-style-type: none"> • Data Show

- Material didático (caso) desenvolvido pelos alunos

Avaliação

A avaliação se dará a partir da apresentação e do material entregue dos casos apresentados pelos alunos.

APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO DE INSCRIÇÃO

Questionário para inscrições via *google forms*



Apresentação do Questionário.

Olá, tudo bem?

Me chamo Mayco Coimbra, egresso do curso de licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Tocantins, atualmente sou Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFNT. Como parte do projeto de pesquisa eu, e a professora Karolina Martins pretendemos desenvolver um minicurso sobre as Questões Socioambientais para os alunos de graduação em Biologia e gostaríamos muito que você participasse conosco.

Para entendermos o seu nível de compreensão sobre a temática, pedimos para responder algumas questões para nos ajudar a elaborar melhor a metodologia que iremos trabalhar durante a execução do minicurso.

Este questionário foi desenvolvido para a inscrição em um minicurso intitulado: **Abordagem de questões Socioambientais por meio do estudo de casos controversos.** Neste minicurso, trabalharemos sobre a construção de caso voltados para a problemática ambiental.

Salientamos que não há a necessidade de respostas certas. Gostaríamos que respondessem conforme seu conhecimento sobre o assunto, não havendo a necessidade de pesquisar sobre o tema para responde às perguntas, sintam-se à vontade para responderem com suas próprias palavras, pois, a partir de suas respostas desenvolveremos o curso especialmente para vocês.

Vamos lá?

1. Nome:
2. Idade:

3. Curso:
4. Qual o ano do seu ingresso na Universidade (UFT/UFNT)
5. Número de Matrícula:
6. Qual disciplina você está matriculado?
 Didática e Formação de professores.
 Estágio Supervisionado II
 Ambas.
7. Para você, o que é uma Questão Socioambiental?
8. Você já conhecia a metodologia de elaboração de caso?
Sim Não
9. Se sua resposta na pergunta anterior tenha sido “Sim” você já leu algo sobre o uso no ensino sobre as Questões Socioambientais?
 sim não
Se sim, poderia nos dizer onde foi.
Durante as aulas
Artigos
Livros
Eventos
Outros
10. Poderia apresentar alguns temas para a elaboração de caso em uma perspectiva voltada para o ensino de Ciências e Biologia direcionada às QSA?
11. Você acredita que a Base nacional Comum Curricular apresenta de forma clara as Questões Socioambientais e a Educação Ambiental nas áreas de Ciências e Biologia?
 Sim Não
12. Para você, quais ações contemplam as Questões Socioambientais?
13. Cite situações que podem ser evidenciadas a partir de um contexto regionalizado (pode apresentar mais de uma opção). E como ela poderia ser apresentada dentro do ensino de ciências e Biologia?
14. Você acha necessário o desenvolvimento de propostas que envolvam atividades relacionadas ao meio ambiente dentro da Universidade que relacionem sua formação acadêmica com a prática de Ensino?
 Sim Não

APÊNDICE F – Orientações dos elementos necessários para a elaboração de casos.

Minicurso: Abordagem de Questões Socioambientais por meio do estudo de casos Controversos

Hoje, no penúltimo encontro, iniciaremos a elaboração dos nossos próprios “casos”. Para isso, é necessário retomarmos alguns direcionamentos conceituais abordados em encontros anteriores.

Neste quadro, o grupo deverá apresentar os itens necessários para se elaborar um “bom caso”²⁰, levando em consideração a QSA escolhida.

Grupo:	QSA escolhida:
Aspectos	Evidências
Qual o local em que o caso vai se passar? Cidade ou zona rural?	
Possui utilidade pedagógica, ou seja, possibilita aos estudantes o acesso e a busca por novos conhecimentos? Por que?	
Qual a relevância para o leitor (O caso envolve situações que possivelmente os alunos saibam enfrentar)?	
Por que desperta o interesse do leitor?	
É atual, por quê?	
Por quais motivos ele provoca conflito?	
Cria empatia pelos personagens? Por quê?	
Força a participação e uma decisão pelo leitor?	
Quais os valores estão imbricados na tomada de decisão?	

²⁰ Orientações de Herreid (1998), citado por Sá e Queiroz no livro intitulado “Estudo de Casos no Ensino de Química (2010); e no livro “Estudos de Caso no ensino de ciências naturais (2016).