



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS - PPGE

JANAÍNA SANTANA DA SILVA

**ABORDAGEM DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO
ENSINO MÉDIO: análise da mobilização de elementos do Pensamento Crítico**

RECIFE-PE

2023

JANAÍNA SANTANA DA SILVA

**ABORDAGEM DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO
ENSINO MÉDIO: análise da mobilização de elementos do Pensamento Crítico**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências.

Linha de Pesquisa: Processos de Construção de Significados em Ensino de Ciências e Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Carmen Roselaine de Oliveira Farias.

Coorientadora: Profa. Dra. Rita Paradedda Muhle.

RECIFE-PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586a

Silva, Janaína Santana da
ABORDAGEM DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ENSINO MÉDIO:
análise da mobilização de elementos do Pensamento Crítico / Janaína Santana da Silva. - 2023.
216 f. : il.

Orientadora: Carmen Roselaine de Oliveira Farias.

Coorientadora: Rita Paradedda Muhle.

Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em
Ensino das Ciências, Recife, 2023.

1. Pensamento Crítico. 2. Questões Sociocientíficas. 3. Mudanças Climáticas. I. Farias, Carmen
Roselaine de Oliveira, orient. II. Muhle, Rita Paradedda, coorient. III. Título

CDD 507

JANAÍNA SANTANA DA SILVA

**ABORDAGEM DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO
ENSINO MÉDIO: análise da mobilização de elementos do Pensamento Crítico**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências.

Aprovada em 28 de agosto de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Carmen Roselaine de Oliveira Farias (Orientadora e Presidente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral (Examinadora Interna)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Denise de Freitas (Examinadora Externa)
Universidade Federal de São Carlos

RECIFE-PE

2023

Aos meus pais, Inês Arlinda e José Pedro,
que são meu alicerce e minha fonte de
motivação e inspiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por tudo que tem feito em minha vida, por todas bençãos e proteção. Sem sua presença em minha vida, não teria sido possível concluir esta jornada.

Aos meus pais, Inês Arlinda e José Pedro, por todo cuidado, zelo e dedicação. Por estarem sempre presentes em minha vida, me apoiando e incentivando, e por todo esforço que realizaram para oferecer meios e condições, da melhor forma que podiam, realizando sacrifícios, para que eu pudesse estudar e chegar até aqui, alcançando esta conquista, que é a conclusão deste Mestrado em Ensino das Ciências com a apresentação desta dissertação. São meu alicerce e a base de tudo.

Ao meu irmão, José Vitor, por todo apoio durante essa caminhada.

Ao meu esposo, Jhônatas Renney, por toda colaboração e assistência prestada no decorrer deste processo. E por todos os momentos de companheirismo, sempre me incentivando e apoiando.

À minha orientadora, professora Carmen Farias e à minha coorientadora professora Rita Muhle, por toda dedicação, compromisso, companheirismo e pelos momentos de discussões que tivemos durante esta caminhada. Foram essenciais para meu desenvolvimento enquanto pesquisadora, levarei comigo todos seus preciosos ensinamentos.

A gestão da escola em que foi realizada a intervenção, ao professor da disciplina de química e aos professores que cederam suas aulas para a condução desta pesquisa.

Aos estudantes que aceitaram participar da pesquisa, os quais foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas de turma do mestrado pelas trocas de ideias e de informações, e em especial, aos amigos Kassiely, Kédma, Luciana, Suene, Jorge, Denilson e Rafael, por todo apoio, conselhos e desabafos, e pelos momentos de conversas que tivemos durante essa trajetória acadêmica, vocês são muito especiais.

À minha amiga, Elaine Carla, por ter estado ao meu lado não só nos momentos bons, mas também durante os momentos difíceis, me apoiando, aconselhando e incentivando.

Aos companheiros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação e Sustentabilidade - GEPES da UFRPE, pelo compartilhamento de conhecimentos e de experiências ao longo das reuniões que tivemos no decorrer desse processo acadêmico.

Aos integrantes do grupo de pesquisa EmTeia: Formação de Professores, Ambientalização Curricular e Educação em Ciências - UFSCar, por todo acolhimento e pela partilha de conhecimentos e informações.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências -PPGEC da UFRPE, por todos momentos de aprendizagem e de discussões que tivemos no decurso desta caminhada acadêmica.

À banca examinadora composta pelas professoras Edenia Amaral e Denise de Freitas, pelo aceite, disponibilidade e pelas valiosas contribuições para o aprimoramento do presente trabalho.

Aos colegas, amigos, familiares e a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para que esse trabalho fosse realizado.

“nada temas, porque estou contigo, não lances olhares desesperados, pois eu sou teu Deus; eu te fortaleço e venho em teu socorro, eu te amparo com minha destra vitoriosa”

Isaías 41:10

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar aspectos do pensamento crítico em discursos de estudantes do ensino médio. A pesquisa com intervenção educativa englobou planejamento, execução e análise de uma sequência didática, e foi teórica e metodologicamente orientada pela abordagem de uma Questão sociocientífica (QSC) referente às mudanças climáticas, critérios da Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade (FACTS), do pensamento crítico e os três Momentos Pedagógicos. A sequência didática foi desenvolvida com uma turma do segundo ano do ensino médio de uma escola pública, totalizando 8 (oito) aulas com duração de 50 minutos. Os dados foram constituídos a partir de observações da sala de aula, diário de campo, atividades de aula, gravações de áudio e um grupo focal. A vivência educativa foi descrita e os discursos dos(as) participantes foram analisados com base na Análise Textual Discursiva (ATD), utilizando de categorias definidas a priori (capacidades e competências) e categorias emergentes. Nos resultados argumentamos que há evidências de elementos considerados próprios do pensamento crítico presentes nos discursos dos alunos, o que provavelmente está relacionado às estratégias e recursos didáticos empregados. Também foram observadas mudanças positivas de nível de complexidade nas respostas dos alunos quando comparadas às respostas dadas no início da intervenção. Concluímos que os alunos do ensino médio que participaram da intervenção apresentaram elementos do pensamento crítico, sendo identificadas capacidades e competências críticas mobilizadas a partir das reflexões e discussões acerca da QSC Mudanças Climáticas.

Palavras-chave: Pensamento Crítico; Questões Sociocientíficas; Mudanças Climáticas.

ABSTRACT

This study aimed to analyze aspects of critical thinking in discourses of high school students. The research with educational intervention encompassed planning, execution and analysis of a didactic sequence, and was theoretically and methodologically oriented by the approach of a Socioscientific Issue (SSI) referring to climate change, criteria of the Science, Technology and Society Assessment Tool (Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade- FACTS), critical thinking and the three Pedagogical Moments. The didactic sequence was developed with a class of the second year of high school of a public school, totaling 8 (eight) classes lasting 50 minutes. Data were compiled from classroom observations, field diary, class activities, audio recordings and a focus group. The educational experience was described and the discourses of the participants were analyzed based on the Discursive Textual Analysis (DTA), using a priori defined categories (capacities and competences) and emerging categories. In the results we argue that there is evidence of elements considered proper to critical thinking present in the discourses of the students, which is probably related to the strategies and didactic resources employed. Positive changes in the level of complexity were also observed in the students responses when compared to the answers given at the beginning of the intervention. We conclude that the high school students who participated in the intervention presented elements of critical thinking, being identified critical capacities and competencies mobilized from the reflections and discussions about the SSI Climate Change.

Keywords: Critical Thinking; Socioscientific Issues; Climate Change.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Metodologias teóricas que embasaram a construção da SD.....	90
Figura 2- Método de Caso Interrompido.....	90
Figura 3- Atividades propostas na SD	102
Figura 4- Charge 1: Inundações	109
Figura 5- Charge 2: Aquecimento global	109
Figura 6- Charge 3: Emissões de gases pelo gado e o derretimento das geleiras	109
Figura 7- Charge 4: Emissões de gases metano pelo setor pecuário.....	109
Figura 8- Categorias de análise definidas <i>a priori</i> e suas descrições	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Categorias de análise originadas das capacidades propostas por Torres e Solbes (2018) e suas respectivas descrições	83
Quadro 2- Categorias propostas com base nas competências do PC em uma abordagem QSC segundo Solbes e Torres (2012) e suas respectivas descrições ..	83
Quadro 3- Categorias de análise e as respectivas descrições.....	84
Quadro 4- Os eixos, os critérios selecionados da FACTS e estratégias/recursos propostos e suas contribuições	96
Quadro 5- Questões da problematização inicial propostas para o primeiro encontro	103
Quadro 6- Primeira parte do texto do caso “Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas”	103
Quadro 7- Questões de reflexão propostas para o primeiro encontro	106
Quadro 8- Questões da problematização inicial propostas para o segundo encontro	107
Quadro 9- Segunda parte do texto do caso “Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas”	107
Quadro 10- Questões da problematização inicial propostas para o terceiro encontro	111
Quadro 11- Terceira parte do texto do caso “Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas”	111
Quadro 12- Respostas dadas pelos grupos na questão de reflexão 1	123
Quadro 13- Respostas dadas pelos grupos na questão de reflexão 2	124
Quadro 14- Respostas dadas pelos grupos na questão de reflexão 3	124
Quadro 15- Respostas propostas para as charges.....	127
Quadro 16- Ações propostas pelos grupos na tomada de decisão quanto a problemática do caso	131

Quadro 17- Temas e questionamentos propostos na atividade do grupo focal.....	133
Quadro 18- Questões desenvolvidas na problematização inicial do primeiro encontro, correspondentes as unidades de significados	139
Quadro 19- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para as questões desenvolvidas na problematização inicial do primeiro encontro	139
Quadro 20- Questões de reflexão desenvolvidas no segundo encontro correspondentes as unidades de significados	141
Quadro 21- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para as questões de reflexão propostas no primeiro encontro.....	142
Quadro 22- Questões desenvolvidas na problematização inicial do segundo encontro, correspondentes as unidades de significados	150
Quadro 23- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para as questões desenvolvidas na problematização inicial do segundo encontro	151
Quadro 24- Charges propostas para análise e interpretação no segundo encontro	152
Quadro 25- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para as charges desenvolvidas no segundo encontro.....	152
Quadro 26- Questões desenvolvidas na problematização inicial do terceiro encontro, correspondentes as unidades de significados.	155
Quadro 27- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para as questões desenvolvidas na problematização inicial do terceiro encontro.	156
Quadro 28- Situação problema apresentada na terceira parte do texto do caso no terceiro encontro.....	157

Quadro 29- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para a situação problema apresentada no terceiro encontro.....	157
Quadro 30- Questionamentos acerca dos três temas durante a atividade do Grupo Focal.	163
Quadro 31- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para os questionamentos debatidos na atividade do grupo focal.	163
Quadro 32- Estratégias propostas e as categorias identificadas com a respectiva frequência.	177

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
FACTS	Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade
GEE	Gases de Efeito Estufa
IPCC	Painel Intergovenamental sobre Mudanças Climáticas
PC	Pensamento Crítico
PLACTS	Pensamento Latino Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade
ONU	Organização das Nações Unidas
QSC	Questão Sociocientífica
QSC's	Questões Sociocientíficas
SC	Sociocientífico
SD	Sequência Didática
SSI	<i>Socioscientific Issues</i>
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC's	Tecnologias da Informação e da Comunicação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
1. O PENSAMENTO CRÍTICO	26
1.1. DISCUSSÕES EM TORNO DO QUE SEJA O PENSAMENTO CRÍTICO	26
1.2. O PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	35
1.3. OBSTÁCULOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ÂMBITO EDUCACIONAL	44
2. QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	47
2.1. O MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: UM BREVE HISTÓRICO	48
2.2. AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS: NATUREZA, DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS	54
2.3. ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES AOS ASPECTOS DIDÁTICO- PEDAGÓGICOS	59
3. A QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS	63
3.1. A PROBLEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS TRATADOS/ MANIFESTAÇÕES INTERNACIONAIS	65
3.2. OS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AÇÕES PARA MITIGAR OS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	69
3.3. OS QUE MAIS SOFREM COM OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS NO CLIMA.	71
3.4. AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS COMO UMA QSC NO CONTEXTO EDUCACIONAL	72
4. METODOLOGIA DA PESQUISA COM INTERVENÇÃO DIDÁTICO- PEDAGÓGICA	77
4.1. O TIPO DE PESQUISA COM INTERVENÇÃO	77
4.2. CAMPO E ATORES SOCIAIS DA PESQUISA	78
4.3. PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE CONSTITUIÇÃO DE DADOS.	78
4.4. FORMAS DE ANÁLISE DOS DADOS.....	80

4.5. ÉTICA NA PESQUISA	86
4.6. CONSTRUINDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM DA QSC MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	88
4.6.1. O Método de Caso Interrompido Mudanças Climáticas.....	91
4.6.2. A FACTS como Ferramenta de Planejamento.....	94
4.6.3. Os Três Momentos Pedagógicos	99
4.7. O PLANEJAMENTO IDEAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	101
5. A EXPERIÊNCIA DA ABORDAGEM QSC SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS VIVENCIADA NA ESCOLA.....	116
5.1. ENTRE A ESCOLA SONHADA E A ESCOLA REAL: SOBRE OS DESAFIOS ENFRENTADOS	116
5.2. RELATO DE EXPERIÊNCIA COM A TURMA X.....	119
6. DISCUSSÕES COM BASE NA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA.....	136
6.1. ELEMENTOS DO PENSAMENTO CRÍTICO NAS DISCUSSÕES E ATIVIDADES DOS ESTUDANTES.....	139
6.2. ESTRATÉGIAS/RECURSOS QUE FAVORECERAM O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM.....	172
6.3. INTERCORRÊNCIAS NO DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	182
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	185
APÊNDICES.....	203
APÊNDICE A- QUESTÕES DE REFLEXÃO.....	203
APÊNDICES B- ATIVIDADE DAS CHARGES	204
APÊNDICE C- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	207
APÊNDICE D- TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE).210	
ANEXOS.....	213
ANEXO A- FERRAMENTA AVALIATIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.	213

INTRODUÇÃO

No mundo atual, têm se propagado de uma forma crescente os avanços da ciência e tecnologia, causando transformações na sociedade ao propor melhorias para a qualidade de vida da população e, ao mesmo tempo, provocam problemas socioambientais, afetam a cultura, trazem danos ao ambiente e também impactam as vidas dos indivíduos, por exemplo, quanto a saúde mental, física e social. Os cidadãos devem permanecer informados e atualizados para que possam compreender e participar de forma ativa em uma sociedade democrática na tomada de decisões acerca de questões que envolvam a ciência e a tecnologia, não deixando que apenas especialistas ocupem esse papel de realizar avaliações em torno do problema ou que autoridades decidam e resolvam o que deve ser feito em seu lugar (Reis, 2009, Ribeiro; Tenreiro-Viera, 2014).

Ademais, em decorrência das inovações científicas e tecnológicas, há uma abundância de informações disponíveis, a informação aumenta e, pode pôr em xeque os conhecimentos já construídos (Mattos; Güllich; Tolentino-Neto, 2021), sobretudo, isso pode ser provocado pelas informações inverídicas ou notícias falsas, *fake news*, que são disseminadas de forma recorrente e cada vez mais perigosa nas redes de comunicação. No entanto, a informação não se configura como conhecimento, muito menos como conhecimento científico, o qual exige um alto nível de rigor e fidedignidade (Mattos; Güllich; Tolentino-Neto, 2021).

Diante das mudanças ocasionadas pelas inovações na ciência e tecnologia e das considerações ressaltadas, “entende-se que não se faz necessário apenas o desenvolvimento do conhecimento científico, mas, sim, a promoção do desenvolvimento de um Pensamento Crítico (PC) como forma de melhor pensar a produção e o uso dos conhecimentos científicos” (Mattos; Güllich; Tolentino-Neto, 2021, p. 405).

Nesse viés, evidenciamos a necessidade de formar cidadãos pensantes capazes de se posicionar de forma crítica, avaliar informações, analisar até que ponto esses avanços científicos e tecnológicos podem ser favoráveis para a sociedade e tomar decisões diante das diversas problemáticas ambientais que enfrentamos atualmente, como é o caso das mudanças climáticas. Nesta perspectiva, destacamos a relevância do pensamento crítico, para que as pessoas possam intervir e emitir

opiniões acerca de temáticas como as mudanças climáticas que vêm impactando o planeta. Nesta pesquisa iremos discutir sobre a importância do pensamento crítico e de algumas estratégias que podem favorecer a sua emergência e desenvolvimento.

O pensamento crítico não é construído de forma automática, mas se requer a autodeterminação, metacognição, reflexão sobre os fatos e esforço (Ennis, 1993 *apud* Torres; Solbes, 2018). Ennis (1985, p.46) conceitua o pensamento crítico como “um pensamento racional, reflexivo, focado no decidir em que acreditar ou fazer”.

Já Torres e Solbes (2018), com base em Solbes e Torres (2012), compreendem o pensamento crítico como um conjunto de competências dos indivíduos para estruturar sua própria forma de pensar que lhes permitem distinguir a validade dos argumentos, tomar posições sobre situações sociais e atuar de forma ativa nas decisões científicas e culturais assumidas a partir da responsabilidade social.

Essas competências exigem a mobilização de diversas capacidades, tais como identificação, análise, argumentação, tomada de decisão, elaboração de conclusões, inter-relação dos conhecimentos científicos com aspectos ambientais, políticos, econômicos, filosóficos e sociais, realização de julgamento moral, entre outros (Torres; Solbes, 2018). Esses autores apontam que uma das estratégias didáticas que tem sido utilizada na didática das ciências para favorecer o desenvolvimento de competências do pensamento crítico dos estudantes são as Questões Sociocientíficas (QSC's).

Diante das discussões tecidas, destacamos que a abordagem de QSC's pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico de estudantes no ensino de ciências, uma vez que essas questões fundamentadas na ciência têm o potencial de abranger dilemas sociais, inclusive controversos, dos quais decorrem eventuais implicações ambientais, econômicas, políticas e éticas de inovações científicas e tecnológicas (Ratcliffe; Grace, 2003; Sadler, 2004a; Reis; Galvão, 2005, Simonneaux, 2007)

Nesse sentido, lançamos mão do uso da abordagem de uma Questão Sociocientífica (QSC) para analisar o desenvolvimento do pensamento crítico de estudantes, considerando suas características e definições. A QSC que foi escolhida para atender os objetivos dessa pesquisa e que vem sendo amplamente discutida em uma esfera mundial envolvendo conhecimentos científicos e problemas socioambientais, é a das mudanças climáticas.

Nas próximas décadas haverá muitas transformações na vida das sociedades, de acordo com publicação do novo Relatório Global do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) da Organização das Nações Unidas (ONU, 2021a). Nesse documento é relatado que as ações humanas afetam todos os principais componentes do sistema climático, sendo que alguns respondem a essas atividades antrópicas há décadas e, outros, há séculos, apresentando os efeitos dos impactos causados. Quanto às mudanças climáticas extremas retratadas recentemente, tais como ondas de calor, precipitações pesadas, secas e ciclones tropicais, não há incerteza da influência humana sobre esses fenômenos. O relatório evidencia que diante desse cenário é necessário tomar medidas nas próximas décadas, a exemplo da redução drástica e rápida da emissão de dióxido de carbono e de outros gases do efeito estufa para melhorar a qualidade do ar. E dentre os impactos causados pelas mudanças no clima, em especial, enfatizamos que, segundo o IPCC, Recife é a capital mais ameaçada do Brasil e a 16ª cidade mais ameaçada do planeta com o avanço do nível do mar (Sordi, 2022).

As mudanças climáticas, além de serem uma grande problemática discutida na sociedade, envolvem implicações da ciência e tecnologia, e inter-relação de aspectos sociais, econômicos, políticos, éticos e ambientais. Também relacionam algumas questões controversas acerca das ações propostas para minimizar os impactos, como é o caso das perdas e danos (como e quem deve assumir a culpa, ou seja, é discutido acerca da responsabilização e compensação financeira sobre as perdas e danos causados) e do crédito de carbono que divide as opiniões de especialistas quanto aos benefícios e transformações que podem ocorrer.

Logo, neste trabalho, realizamos a abordagem da questão sociocientífica Mudanças Climáticas para analisar o desenvolvimento do pensamento crítico de estudantes do ensino médio.

Uma forma de discutir a QSC Mudanças Climáticas em sala de aula é por meio de Sequências Didáticas (SD), que nos últimos anos estão cada vez mais inseridas nos processos de ensino-aprendizagem para a abordagem de QSC's, favorecendo a articulação entre conceitos científicos e os temas sociais. Nesta direção, esse instrumento possibilita que o professor insira no ensino de ciências novas abordagens de ensino que proporcionem uma maior interação nas aulas. As atividades que são propostas podem ser utilizadas para a identificação de conhecimentos prévios e para

inserção de atividades que favoreçam a busca por novos conhecimentos (Zabala, 1998).

Salientamos a relevância de compreender como o pensamento crítico se desenvolve e como a QSC pode ser considerada uma abordagem que possibilita identificar o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Consideramos que as QSC's envolvem temas controversos presentes na sociedade que exigem o posicionamento e a tomada de decisão por parte dos cidadãos. Sendo assim, pode promover o desenvolvimento crítico dos indivíduos, já que ao tentar tomar decisão diante da QSC é necessário refletir criticamente a respeito de tal problemática e os aspectos sociocientíficos envolvidos.

Nesta direção, mediante essas breves considerações, ressaltamos que esta investigação é conduzida pelas seguintes questões de pesquisa: Que elementos do pensamento crítico são mobilizados por estudantes na abordagem da QSC Mudanças Climáticas no ensino médio? E o que favorece a mobilização desses elementos?

Diante do problema de pesquisa, delimitamos o seguinte objetivo geral: analisar situações de mobilização do pensamento crítico por estudantes do ensino médio a partir da abordagem da QSC Mudanças Climáticas. Neste objetivo geral, buscamos integrar tanto o *como são mobilizados* os elementos do PC, referindo-nos aos *elementos* capacidades e competências consideradas necessárias para o exercício do pensamento crítico, quanto às estratégias e recursos didáticos eleitos na elaboração da sequência didática (SD) da intervenção.

Para alcançar o objetivo geral, a pesquisa será norteada por objetivos específicos, que são:

- Identificar a mobilização de elementos (capacidades e competências) do pensamento crítico nas discussões e nas atividades desenvolvidas pelos estudantes ao longo da abordagem educativa da QSC Mudanças Climáticas.
- Analisar estratégias/recursos que favoreceram o desenvolvimento do pensamento crítico no processo de ensino-aprendizagem.

Para respondermos à questão de pesquisa, e alcançarmos os objetivos geral e os específicos, realizamos inicialmente um estudo conforme é apresentado nos capítulos iniciais dos referenciais teóricos e metodológicos. Na sequência é apresentado o percurso desta pesquisa de natureza interventiva de aplicação, na qual

a prioridade do estudo é delimitada pela pesquisadora, no processo que relaciona planejamento, aplicação e análise dos dados coletados (Teixeira; Megid-Neto, 2017), para, em seguida, apresentar e analisar os resultados coletados.

Dessa forma, esperamos que as discussões acerca do objeto de estudo deste trabalho, que trata da abordagem QSC e do PC, possam favorecer os processos de ensino-aprendizagem que visem o desenvolvimento do pensamento crítico, além de contribuir para a elaboração de intervenções didáticas no âmbito da educação básica, realização de pesquisas futuras no contexto do ensino superior e formação de professores na área do ensino de ciências.

Ressaltamos que a escolha desse objeto de investigação da pesquisa está atrelada a motivações pessoais, visto que a pesquisadora vem de uma formação acadêmica em Licenciatura Plena em Química e, durante o processo de formação, teve aproximação com metodologias de ensino. Com o contato com as metodologias de ensino surgiu o interesse de estudar a abordagem de questões sociocientíficas no ensino de química, a aproximação inicial com estas questões durante o período de formação no curso de Licenciatura, resultou na construção do trabalho monográfico intitulado “Abordagem da Questão Sociocientífica Poluição por Plásticos no Ensino de Química: Uma Análise de Contribuições e Limitações para a Alfabetização Científica e Tecnológica de Estudantes” (Silva, 2020).

O impulso de pesquisar sobre o pensamento crítico foi despertado durante as pesquisas na pós-graduação, a partir de leituras de trabalhos relacionados ao ensino de ciências que retratam o pensamento crítico, apontando definições e o uso de estratégias didáticas para promover a sua emergência. Dentre essas estratégias didáticas está a abordagem de questões sociocientíficas, a qual é proposta nesta investigação com a pretensão de analisar como os elementos para o desenvolvimento do pensamento crítico de estudantes do ensino médio são mobilizados. E embora a autora já tenha trabalhado com a temática de abordagem de Questões Sociocientíficas anteriormente, ainda assim foi suscitado o interesse de aprofundar os conhecimentos acerca desta perspectiva que pode favorecer a promoção do pensamento crítico dos estudantes, visando contribuir com o ensino de ciências quanto os recursos e as práticas didáticas e para formação de professores.

O trabalho está dividido em seis capítulos, além da introdução que apresenta a problemática de pesquisa e os objetivos. Nos capítulos um, dois e três apresentamos discussões acerca dos pressupostos teóricos que alicerçam esta investigação. No

quarto capítulo elencamos discussões acerca da pesquisa com intervenção didático-pedagógica que elenca o percurso metodológico realizado. No quinto capítulo destacamos os resultados a partir da vivência real em sala de aula. No sexto apontamos os resultados e discussões a partir da análise textual discursiva. E finalizamos com as considerações finais.

No primeiro capítulo “O Pensamento Crítico”, elencamos o subtópico “Discussões em Torno do que Seja o Pensamento Crítico” com base em alguns referenciais da área (Lipman, 1988; Siegel, 1989; Laburu, 1996; Paul; Elder, 2006; Halpern, 2007; 2013; Tittle, 2011; Herreid, 2012, Solbes; Torres, 2012; Ennis, 1985; 2015; Vieira; Tenreiro-Vieira, 2015; Torres; Solbes, 2018), já que na literatura nos deparamos com uma variedade de definições propostas para caracterizar o pensamento crítico. Então, destacamos alguns dos principais trabalhos desenvolvidos na área. Além disso, neste capítulo destacamos o pensamento crítico no ensino de ciências no segundo subtópico “O Pensamento Crítico no Ensino de Ciências”. Adicionalmente, apontamos os obstáculos enfrentados para sua promoção no terceiro subtópico “Obstáculos para o Desenvolvimento do Pensamento Crítico no Âmbito Educacional”.

No segundo capítulo, “Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências”, elencamos os principais marcos históricos do movimento no primeiro subcapítulo “O Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade: Um Breve Histórico”. No subcapítulo seguinte “As Questões Sociocientíficas: Natureza, Definições e Características”, apresentamos discussões sobre as questões sociocientíficas sua natureza, definições e características propostas, com base em alguns principais referenciais, entre eles estão: Ratcliffe e Grace (2003), Sadler (2004a), Sadler (2004b), Sadler e Zeidler (2005), Zeidler *et al.* (2005), Aikenhead (2005), Reis e Galvão (2005, 2008), Simonneaux (2007), Martínez Pérez e Carvalho (2012), Santos, Silva e Silva (2018). Além disso, destacamos mais um subtópico “Abordagem de Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: Algumas Contribuições aos Aspectos Didático-Pedagógicos”.

“A Questão Sociocientífica Mudanças Climáticas” é o título do terceiro capítulo, onde propomos no primeiro subtópico “A Questão Mudanças Climáticas e os Tratados e Manifestações Internacionais”, os principais impactos ambientais causados pelas mudanças no clima segundo a ONU e os acordos internacionais firmados para discutir a temática e acionar medidas para frear a crise climática. Adicionalmente, apresentamos os três seguintes subtópicos: “Os Efeitos das Mudanças Climáticas e

Ações para Mitigar os Impactos Ambientais”, “Os que mais sofrem com os Impactos das Mudanças no Clima” e “As Mudanças Climáticas como uma QSC no Contexto Educacional”.

Em seguida, no quarto capítulo apresentamos a “Metodologia da Pesquisa com Intervenção Didático-Pedagógica”, a partir dos subtópicos: “O Tipo de Pesquisa com Intervenção”; “Campo e Atores Sociais da Pesquisa”; “Procedimentos e Instrumentos de Constituição de Dados”; “Formas de Análise dos Dados”; e “Ética na Pesquisa”. Elencamos o subtópico “Construindo uma Sequência Didática com Abordagem da QSC Mudanças Climáticas”, que apresenta discussões no que tange à elaboração da SD destacando as seguintes ferramentas metodológicas que serviram de apoio: o Método de Caso Interrompido Mudanças Climáticas, a Ferramenta Avaliativa Ciência-Tecnologia-Sociedade (FACTS)¹ e os Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov (1982) como evidenciado pelos autores Muenchen e Delizoicov (2012) e por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). E ainda apresentamos o subtópico “O Planejamento Ideal da Sequência Didática”, que aponta as atividades planejadas, objetivos de aprendizagens e a duração prevista para cada encontro.

No quinto capítulo “A Experiência da Abordagem QSC sobre Mudanças Climáticas Vivenciada na Escola”, descrevemos de forma detalhada a experiência do desenvolvimento da SD com abordagem da QSC Mudanças Climáticas na realidade do contexto escolar e da sala de aula e os resultados obtidos. Lançamos discussões a partir dos dois subtópicos: “Entre a Escola Sonhada e a Escola Real: Sobre os Desafios Enfrentados”, em que é ressaltado o primeiro contato com a escola e com os alunos, os desafios enfrentados diante dos problemas que surgiram; e “Relato de Experiência com a Turma X”, que apresenta o detalhamento de como a SD foi desenvolvida e aponta os resultados obtidos.

Referente ao sexto capítulo “Discussões com base na Análise Textual Discursiva”, destacamos as discussões e análise dos dados por meio da análise textual discursiva (ATD), buscando atender aos objetivos específicos e, conseqüentemente, o objetivo geral. Nesta perspectiva, visando o primeiro objetivo

¹ A ferramenta foi desenvolvida por meio do Método Delphi (técnica de comunicação) e é constituída por três eixos (processos de ensino/aprendizagem; visão e percepção de ciência e tecnologia na sociedade; e cidadania/ação) e um conjunto de critérios. E permite avaliar a construção de práticas, materiais didáticos e processos educativos (Freitas, *et al.*, 2019).

específico, desenvolvemos o subtópico “Elementos do Pensamento Crítico nas Discussões e Atividades dos Estudantes”. Além disso, para alcançar ao segundo objetivo específico, abordamos discussões no subtópico “Estratégias/Recursos que Favoreceram o Processo de Ensino-Aprendizagem”. E ainda, discutimos acerca das “Intercorrências no Desenvolvimento da Sequência Didática”.

Por fim, são tecidas algumas considerações finais sobre os resultados apresentados, o alcance dos objetivos específicos e geral, desdobramentos e as possíveis contribuições da pesquisa desenvolvida.

1. O PENSAMENTO CRÍTICO

Na literatura, inúmeras definições para o pensamento crítico são propostas por diferentes autores em uma vasta quantidade de obras. Nesta direção, no presente capítulo não pretendemos ser exaustivas nas discussões, apontamos alguns conceitos propostos para definir o pensamento crítico e os elementos que o compõem, visto que são diversas as possibilidades apresentadas na área.

Como há uma ampla quantidade de definições para o pensamento crítico sendo apresentadas nas obras produzidas, torna-se demasiado destacar todas elas nesta investigação. Sendo assim, selecionamos e elencamos algumas das principais definições propostas por autores renomados na área que conceituam o pensamento crítico. Realizamos buscas na literatura de uma forma ampla, sem formato sistematizado. Logo, em nossa revisão narrativa de literatura conseguimos identificar obras e autores, tais como: Ennis (1985, 2015); Lipman (1988); Siegel (1989); Laburu (1996); Paul e Elder (2006); Halpern (2007, 2013); Tittle (2011); Herreid (2012); Solbes e Torres (2012); Vieira e Tenreiro-Vieira (2015); e Torres e Solbes (2018) que retratam e conceituam o pensamento crítico na literatura com trabalhos produzidos nas línguas inglesa, espanhola e portuguesa.

1.1. DISCUSSÕES EM TORNO DO QUE SEJA O PENSAMENTO CRÍTICO

Entre as diversas definições para o pensamento crítico, está a de Ennis, que é uma das mais usadas na área da educação (Vieira; Tenreiro-Vieira, 2015). Ennis (1985, p. 46, tradução nossa), afirma que o pensamento crítico é “um pensamento racional, reflexivo, focado no decidir em que acreditar ou fazer”. Este autor compreende que o pensamento crítico abrange dois componentes: disposições e capacidades. Sendo que as disposições estão mais associadas a aspectos afetivos e as capacidades relacionadas à dimensão cognitiva (Costa, *et al.*, 2021).

Em um estudo mais recente, Ennis (2015) propõe doze disposições e dezoito capacidades que caracterizam o pensador crítico ideal, que foram sendo aperfeiçoadas ao longo dos anos, buscando atingir um refinamento teórico e uma maior precisão, porém as ideias fundamentais não mudaram. De acordo este autor, o pensador crítico ideal possuiria as disposições de:

1. buscar e oferecer declarações claras sobre a tese ou questão; 2. procurar e oferecer razões claras; 3. procurar estar bem informado; 4. usar fontes confiáveis e observações, e geralmente mencioná-las; 5. levar em consideração a situação total; 6. ter em mente a preocupação básica no contexto; 7. estar alerta para alternativas, 8. ser mente aberta: a. considerar seriamente outros pontos de vista, b. reter o julgamento quando as evidências e as razões forem insuficientes, 9. tomar uma posição e mudar de posição quando as evidências e as razões forem suficientes, 10. buscar tanta precisão quanto a situação exige, 11. tentar "acertar" na medida do possível ou viável, e 12. empregar suas habilidades de pensamento crítico (Ennis, 2015, p.32, tradução nossa).

Neste sentido, podemos evidenciar que o pensador crítico é aquele capaz de apresentar de forma clara e informada suas declarações com base em fontes confiáveis, considerando e se preocupando com seu contexto, estando sempre atento às alternativas visando outros pontos de vista para que consiga tomar decisão quando as razões apresentadas forem satisfatórias, buscando ser preciso para acertar na medida do possível e assim empregar suas habilidades de pensamento crítico.

Ademais, o referido autor elenca algumas capacidades do pensamento crítico, afirmando que o pensador crítico ideal possuiria as seguintes capacidades:

1. ter um foco e persegui-lo; 2. analisar argumentos; 3. perguntar e responder perguntas de esclarecimento; 4. compreender e usar gráficos e matemática; 5. julgar a credibilidade de uma fonte; 6. observar e julgar relatórios de observação; 7. usar seu conhecimento prévio, conhecimento da situação e conclusões previamente estabelecidas; 8. deduzir e julgar deduções; 9. fazer e julgar interferências e argumentos indutivos (tanto a indução enumerativa quanto raciocínio de melhor explicação); 10. fazer e julgar julgamentos de valor; 11. definir termos e julgar definições; 12. lidar com equívocos adequadamente; 13. atribuir e julgar suposições não declaradas; 14. pensar supostamente; 15. lidar com rótulos de falácia (Ennis, 2015 p.32-33, tradução nossa).

Outras três capacidades não constituintes, mas consideradas como úteis, que os pensadores críticos ideais deveriam possuir, são ressaltadas por Ennis (2015, p. 33) como: “16. estar ciente e verificar a qualidade de seu próprio pensamento (metacognição); 17. lidar com as coisas de uma maneira adequada e 18. lidar com estratégias retóricas”. As capacidades propostas podem contribuir para que o indivíduo reflita racionalmente no que deve acreditar ou que deve fazer.

Além disso, Tenreiro-Vieira e Vieira (2019) embasados em trabalhos anteriores (Vieira; Tenreiro-Vieira, 2005; 2016a; 2016b) e fazendo considerações sobre a definição de Ennis para o pensamento crítico, destacam que o pensamento crítico não

envolve apenas disposições que estão mais ligadas aos aspectos afetivos e capacidades que estão associadas a aspectos cognitivos, no entanto outros elementos também estão inseridos.

Nesta perspectiva, de acordo com Tenreiro-Vieira e Vieira (2014, 2019), considerando o pensamento crítico como maneira de pensar focada em decidir de forma racional no que acreditar ou fazer, diante da resolução de problemas que envolva a ciência ou tecnologia para pensar racionalmente, avaliando no que deve acreditar ou fazer, é necessária a mobilização de um conjunto de dimensões intelectuais, as quais são: normas e critérios, conhecimentos, atitudes e valores, capacidades. Este conjunto de recursos intelectuais devem ser mobilizados para avaliar de forma racional no que deve acreditar ou fazer em face à resolução de problemas que envolvam a ciência e tecnologia.

Assim como em Ennis (1985), a característica de um pensar racional para avaliar o que se deve acreditar ou fazer, é mobilizada por Tittle (2011) para definir o pensamento crítico e por Siegel (1989) para conceituar como deve ser um pensador crítico.

Tittle (2011, p. 4, tradução nossa) define o pensamento crítico como “um raciocínio criterioso sobre o que acreditar e, portanto, o que fazer”. E Siegel (1989, p.21, tradução nossa), destaca que ser um pensador crítico é “ser devidamente movido por razões. Ser uma pessoa racional é acreditar e agir com base em razões”. Considera que o pensamento crítico é composto por dois componentes: avaliação de razões e atitude crítica ou espírito crítico. De acordo com o autor, o pensador crítico deve ser capaz de avaliar razões e a sua capacidade de justificar apropriadamente crenças, reivindicações e ações. E ainda, deve ser capaz de realizar algumas atitudes, disposições, hábitos mentais e traços de caráter que unidos podem ser considerados como atitude ou espírito crítico.

Por outro lado, Herreid (2012, p. 21) relata que tem pensado muito acerca do termo pensamento crítico e questiona “O que isso significa?”. Discute que embora existam muitos livros que falem desse assunto, os mesmos não o ajudam, apenas fazem com que se sinta mais culpado em não estar enfatizando-o de forma suficiente em sala de aula. Relata que o pensamento crítico não pode ser apenas um conteúdo de uma disciplina, uma vez que ele parece ser mais importante que isso.

Herreid ainda aponta que “certamente, devemos significar mais do que “conhecimento pedagógico do conteúdo” (uma favorita frase do educador Lee

Schulman); caso contrário, o pensamento crítico seria uma trivial frase” (Herreid, 2012, p. 21, tradução nossa). Portanto, o pensamento crítico deve ser compreendido como algo que vai além do conhecimento pedagógico do conteúdo. Com base em suas explanações é possível concluir que o autor não considera que o pensamento crítico seja algo óbvio, simples ou trivial. O referido autor destaca que o pensamento crítico deve ter algo relacionado com a maneira como pensamos, resolvemos problemas e realizamos perguntas.

Lipman (1988, p. 39, tradução nossa), considera o pensamento crítico como “um pensamento responsável e habilidoso que facilita o bom julgamento porque (1) é orientado por critérios, é (2) autocorretivo, e (3) é sensível ao contexto”. Esses critérios podem contribuir para que o sujeito proponha suas concepções de forma responsável realizando julgamentos.

Já Laburu (1996) destaca que o pensador crítico deve ter comprometimento, simultaneamente, com a coerência interna e com o contexto geral. E Vieira e Tenreiro-Vieira (2015) consideram o pensamento crítico como fundamental para formação de cidadãos alfabetizados cientificamente, capazes de tomar decisões e de resolver problemas sociais ou pessoais que envolvam a ciência e a tecnologia.

Em estudos recentes, Broietti e Güllich (2021 *apud* Cruz, *et al.*, 2023, p. 151) propõem uma definição para o pensamento crítico, o definindo como “capacidade de tomar decisões, atitudes mediadas pelo conhecimento científico, em que os sujeitos alcançam uma participação esclarecida e racional nos diferentes contextos de vida”. Cruz *et al.* (2023) ressaltam com base nesses autores que este conceito proposto também pode ser interpretado como um pensamento racional e reflexivo que está focado em refletir e agir de forma crítica acerca do mundo buscando a emancipação e transformação social. De acordo com essas considerações realizadas, compreendemos que está em conformidade com a que é proposta por Ennis (1985, p.46), que define o pensamento crítico como “um pensamento racional, reflexivo, focado no decidir em que acreditar ou fazer”.

Autoras como Halpern (2007, 2013) e Tittle (2011) relacionam o pensamento crítico a habilidades, entretanto uma das autoras o associa a habilidades cognitivas e a outra o conceitua como uma habilidade multidimensional. Compreendemos que as habilidades podem ser empregadas para solucionar problemas e para a tomada de decisão.

Segundo Halpern (2007, p. 6, 2013, p. 1, tradução nossa) o pensamento crítico está relacionado com o “uso de habilidades cognitivas ou estratégias que aumentam a probabilidade de um resultado desejável”, envolve a resolução de problemas, elaboração de interferências, medição de probabilidades e realização de tomada de decisões. Afirma que essas habilidades podem ser utilizadas de forma apropriada pelos pensadores críticos em diversos contextos.

Tittle (2011), por sua vez, destaca o pensamento crítico como um tipo de habilidade, sendo ela multidimensional, e como habilidade é desenvolvido e melhorado de forma gradual. Ainda assim, elenca habilidades propostas por Richard Paul (1991), que são consideradas como elementos do pensamento crítico e são divididas em duas categorias de estratégias cognitivas classificadas como micro e macro habilidades, as quais são:

Estratégias cognitiva - micro-habilidades: comparando e contrastando ideias com a prática real; pensando precisamente sobre o pensamento: usando vocabulário crítico; observando semelhanças e diferenças significativas; examinando ou avaliando suposições; distinguir fatos relevantes de irrelevantes; fazer inferências, previsões ou interpretações plausíveis; dando razões e avaliando evidências e fatos alegados; reconhecendo contradições; explorando implicações e consequências.

Estratégias cognitiva - macro-habilidades: refinando generalizações e evitar simplificações excessivas; comparando situações análogas: refinando generalizações e evitar simplificações excessivas; comparando situações análogas: transferindo perspectivas para novos contextos; desenvolvendo a própria perspectiva: criando ou explorando crenças, argumentos ou teorias; esclarecendo questões, conclusões ou crenças; desenvolvendo critérios para avaliação: esclarecendo valores e padrões; avaliando a credibilidade das fontes de informação; questionando profundamente: levantando e buscando raízes ou questões significativas; analisando ou avaliando argumentos, interpretações, crenças ou teorias; gerando ou avaliando soluções; analisando ou avaliando ações ou políticas; lendo criticamente: esclarecendo ou criticando textos; ouvindo criticamente: a arte do diálogo silencioso; fazendo conexões interdisciplinares; praticando a discussão socrática: esclarecendo e questionando crenças, teorias ou Perspectivas; raciocinando dialogicamente: comparando perspectivas, interpretações ou teorias; raciocinando dialeticamente: avaliando perspectivas, interpretações ou teorias (Paul, 1991 *apud* Tittle, 2011 p.4-5, tradução nossa).

Paul e Elder (2006, p. 4, tradução nossa) retratam o pensamento crítico como “a arte de analisar e avaliar o pensamento com o objetivo de melhorando-o”. Deste modo, envolve o processo de análise e avaliação com um propósito de promover o seu aperfeiçoamento. Os autores ainda destacam mais características relacionadas ao pensamento crítico ao afirmarem que um pensador crítico:

levanta questões e problemas vitais, formulando-os de forma clara e precisa; reúne e avalia informações relevantes, usando ideias abstratas para interpretá-las efetivamente; chega a conclusões e soluções bem fundamentadas, testando-as contra critérios e padrões relevantes; pensa abertamente dentro de sistemas alternativos de pensamento, reconhecendo e avaliando, conforme necessário, suas suposições, implicações e consequências; e se comunica de forma eficaz com os outros para descobrir soluções para problemas complexos (Paul; Elder, 2006, p. 4, tradução nossa).

Adicionalmente, em síntese propõem que o pensamento crítico é autodirigido, autodisciplinado, automonitorado, sendo necessário severos padrões de excelência e um direcionamento realizado de forma consciente acerca de seu uso. E envolve o processo de comunicação realizado de forma efetiva, habilidades de resolução de situações problemas e o comprometimento de superar o egocentrismo e sociocentrismo do ser humano.

Ressaltamos, que nas definições já citadas os autores relacionam o pensamento crítico com habilidades, disposições e capacidades. Já Torres e Solbes (2018, p. 60, tradução nossa) relacionam de forma diferente, com base em Solbes e Torres (2012), o compreende como um conjunto de competências, ao afirmarem que o pensamento crítico é:

um conjunto de competências das pessoas para estruturar sua própria maneira de pensar que lhes permite distinguir a validade dos argumentos, tomar posições perante as situações e ter um papel ativo nas decisões culturais e científicas assumidas a partir de uma responsabilidade social.

Segundo estes autores, essas competências demandam a mobilização de diversas capacidades como a de identificação, questionamento dos discursos dominantes, análise, argumentação, tomada de decisão, elaboração de conclusões, inter-relação dos conhecimentos científicos com aspectos ambientais, políticos, econômicos, filosóficos e sociais, identificação de valores morais e realização de julgamento moral. Destacam a relação com o aspecto ético, o qual é enfatizado pela educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) na tomada de decisão por parte da população.

Em face das discussões tecidas constatamos que existe mais de uma definição para o pensamento crítico e são realizadas associações com alguns componentes característicos. Entre as concepções já citadas acerca do pensamento crítico, destacamos: Tittle (2011) que concebe o pensamento crítico como uma habilidade multidimensional e ainda destaca as micro e macro habilidades propostas por Paul

(1991); Halpern (2007, 2013) que o considera como habilidades cognitivas; Ennis (2015) que o relaciona à disposições e capacidades; Paul e Elder (2006) que ao debatê-lo faz menção às habilidades de resolver problemas; e Torres e Solbes (2018) que o compreende como um conjunto de competências das pessoas para estruturar sua própria forma de pensar e que demandam a mobilização de diversas capacidades.

Então, podemos observar que esses autores relacionam o pensamento crítico com alguns elementos e entre eles estão as habilidades e competências. Contudo, para nos posicionarmos melhor quanto à compreensão de pensamento crítico que iremos seguir nesta investigação, precisamos compreender a diferença que existe entre os termos habilidade e competência.

De acordo com Torres e Solbes (2018), com base em Pedrinacci (2012), a habilidade pode ser conceituada como talento ou aptidão para a realização de tarefas e atividades de forma eficiente e eficaz, já a competência pode ser caracterizada como um conjunto de habilidades, capacidades, atitudes e disposições, sendo necessárias para a formação do indivíduo de uma forma integral.

Assim, a habilidade pode ser compreendida como a capacidade de resolver problemas e realizar tarefas, porém a competência não está limitada a elementos cognitivos como o uso de conceitos e teorias, mas é considerada como uma capacidade de aplicar os resultados da aprendizagem em um certo contexto como, por exemplo, na educação, no trabalho, no desenvolvimento pessoal ou profissional e também engloba dimensões funcionais que seriam habilidades técnicas, atributos interpessoais considerados como habilidades sociais ou organizacionais e valores (Torres, Solbes, 2018).

Portanto, competência envolve a aplicação dos resultados de aprendizagem em um determinado contexto e abarca os aspectos funcionais, habilidades sociais e valores e, segundo Torres e Solbes (2018), diante dessa compreensão é necessário utilizar situações complexas contextualizadas que possibilitem assumir posturas sociais. E apontam que uma das estratégias utilizadas para isso, na didática das ciências tem sido as questões sociocientíficas, que são assumidas como situações controversas que relacionam temas científicos às questões sociais.

Conforme exposto, a definição proposta para as competências, nos permite concluir que elas estão mais associadas com o objeto de estudo que rege esta investigação, já que este trabalho busca analisar situações de mobilização do pensamento crítico por estudantes do ensino médio a partir da abordagem da QSC

Mudanças Climáticas. Considerando que esses autores ao se referirem às competências relacionadas ao pensamento crítico apontam a QSC como uma estratégia didática que permite a expressão de posturas sociais.

Nesta perspectiva, considerando que o elemento “competências” proposto para se referir ao pensamento crítico está mais relacionado com os objetivos desta pesquisa e fundamentados nas concepções e definições acerca do pensamento crítico apresentadas nas discussões estabelecidas neste trabalho em que foram apresentadas, iremos seguir a definição proposta por Torres e Solbes (2018) para o pensamento crítico, já que retratam o pensamento crítico como um conjunto de competências das pessoas para estruturar sua própria forma de pensar que lhes permite distinguir a validade dos argumentos, tomar posição perante situações e possuir um papel ativo nas decisões culturais e científicas a partir da responsabilidade social.

À luz dos referenciais teóricos compreendemos que o pensamento crítico envolve pensar de forma racional, reflexiva e criteriosa para decidir no que acreditar ou o que fazer e a atuação de forma ativa questionando a validade dos argumentos e com responsabilidade social na tomada de decisão diante de uma situação problema vivenciada pela sociedade (Siegel, 1989; Tittle, 2011; Ennis, 1985; Torres; Solbes, 2018).

Além disso, salientamos que embora nos deparemos com múltiplas definições para o pensamento crítico, sendo propostas por diferentes autores de diversas áreas do conhecimento, como foi possível evidenciar nas explanações realizadas, ainda assim, com base nas concepções propostas nos damos conta que o termo pensamento crítico possui algumas características próprias e comuns, as quais são mencionadas em uma quantidade expressiva de trabalhos que discutem e propõem definições para ele. Costa *et al.* (2021) destacam que Halpern (2003) e Siegel (2003) em seus estudos salientam que “o termo acomoda particularidades, características e conteúdos comuns entre si, de modo a permitir que a sua definição possa ser compreendida como normativa, configurando o pensamento crítico como um objetivo educacional”.

Em consonância com as concepções e perspectivas apresentadas podemos evidenciar a relevância de incentivar cada vez mais o pensamento crítico na sala de aula, favorecendo a realização de análises e de julgamentos acerca das diferentes vertentes das problemáticas que envolvam a ciência e a tecnologia, para a tomada de

decisão informada com responsabilidade social para promover uma melhor qualidade de vida para sociedade ao solucionar o problema enfrentado. Uma vez que, o pensamento crítico é caracterizado como uma das perspectivas cruciais para promover “a autonomia e qualidade de vida de cada pessoa, para o desenvolvimento do país, assim como para fomentar a responsabilidade social e melhorar a participação dos cidadãos na tomada de decisões e na resolução de problemas[...]” (Tenreiro-Vieira, 2009, p.395).

Compreendemos que as ações e práticas discursivas para intervir diante de uma problemática que envolva a ciência e a tecnologia podem ser muito mais significativas que apenas a exposição de palavras. Portanto, consideramos que é por meio de ações e práticas discursivas acerca de temáticas que envolvam a ciência e a tecnologia a aspectos sociocientíficos que podemos identificar a emergência do pensamento crítico.

Conforme Ninin (2008), as temáticas abordadas que necessitam apenas as ações de busca sobre o tema, e que não exijam que os alunos intervenham naquilo que dizem ou escrevem, não favorecem o desenvolvimento de competências como a argumentação e a crítica, não permitindo a formação de alunos autônomos e críticos. E quando a temática relaciona o conhecimento científico a outras dimensões como ambiental e social exige dos alunos a mobilização de competências e habilidades direcionadas a ações de relacionar, analisar, argumentar, apresentar pontos de vista e discutir valores éticos, contribuindo assim para sua formação enquanto sujeito crítico.

Consideramos que por meio dessas ações podemos identificar a mobilização das competências, e assim analisar se houve o desenvolvimento do pensamento crítico. No entanto, Ninin (2008) afirma que para a mobilização destas competências são necessárias ações mediadoras de alguém que possua mais experiência e conhecimentos acerca da temática discutida. Ou seja, em uma sala de aula o professor possui o papel de mediador propondo temas que envolvam a ciência e a tecnologia em diferentes dimensões, trazendo informações e questionamentos necessários que favoreçam a mobilização das competências voltadas a ações para solucionar a problemática.

Em linhas gerais, com base nas discussões já tecidas, ressaltamos a relevância de discutirmos um pouco mais sobre a definição do pensamento crítico e como pode se manifestar nas ações e práticas discursivas dos indivíduos. Adiante iremos discutir

sobre o pensamento crítico no ensino de ciências e os obstáculos para sua promoção.

1.2. O PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Em uma sociedade globalizada que sofre com os impactos desencadeados pelo capitalismo, a população mundial precisa, cada vez mais, tomar decisões informadas com responsabilidade social em face de problemáticas de âmbito local a mundial que envolvam a ciência e a tecnologia, para promover uma transformação social ao propor medidas para a melhoria da qualidade de vida da sociedade.

Diante desse contexto, é preciso promover as capacidades de pensamento crítico dos estudantes no âmbito do ensino de ciências, já que vivemos em um mundo que demanda a necessidade de intervir e tomar decisões perante questões públicas com implicações sociais relacionadas a ciência e a tecnologia, tendo em vista que os alunos de ciência fazem parte da sociedade e como cidadãos devem avaliar os impactos das produções científicas e tecnológicas (Vieira, 2004).

Desenvolver o pensamento crítico dos estudantes se torna uma necessidade, uma vez que é considerado como “fundamental na formação de cidadãos cientificamente literados que sejam capazes de mobilizar conhecimentos e usar capacidades na tomada de decisões racionais e na resolução de problemas pessoais e sociais que envolvem a ciência e a tecnologia” (Vieira; Tenreiro-Vieira, 2015, p. 36). Neste viés, o desenvolvimento do pensamento crítico é muito relevante para atuação e vivência na sociedade por favorecer a mobilização de conhecimentos e capacidades para a tomada de decisão racional e resoluções de situações problemas que envolvam a ciência e a tecnologia.

Em consonância, Mattos, Güllich e Tolentino-Neto (2021) em seus estudos apontam que as capacidades do pensamento crítico tornam os sujeitos autônomos, esclarecidos cientificamente, reflexivos e capazes de resolver problemas e tomar decisões acerca do contexto em que estão inseridos. Com base nas explanações desses autores, ressaltamos que o pensamento crítico pode ser tido como essencial para conviver em uma sociedade contemporânea que exige a tomada de posicionamento acerca de problemas que envolvem a ciência e a tecnologia, por possibilitar que o indivíduo ao desenvolver as capacidades do pensamento crítico no

ensino de ciências atue de forma autônoma, informada cientificamente, reflexiva e racional na presença de problemáticas sociais.

Além disso, ao promover o pensamento crítico e a argumentação na educação científica no ambiente escolar por meio de discussões e debates ou na sociedade com a divulgação do conhecimento científico e de como o mesmo é construído, pode contribuir para formação de um cidadão consciente, que desenvolva a responsabilidade epistêmica sobre o que justificadamente crer constituindo uma virtude intelectual para discriminar de forma racional o certo ou o errado do nível prático de ações e no aspecto teórico o verdadeiro ou falso de suas crenças (Guimarães; Massoni, 2020).

Seguindo estas ideias observamos a relevância da emancipação do ser humano que é prevista pela pedagogia crítica. A educação deve levar a uma conscientização crítica dos alunos acerca de suas condições de vida, visto que para Freire (1987, p.41) “educação problematizadora se faz, assim, um esforço permanente através do qual os homens vão percebendo, criticamente, como estão sendo no mundo com que e em que se acham”.

Nesta direção, muitos países se empenharam para inserir o pensamento crítico em seus currículos de ensino desde o nível da educação básica até a superior, e em consequência o desenvolvimento das capacidades do pensamento crítico se origina como um objetivo do ensino de ciências por diversos sistemas de ensino (Vieira, 2004). O autor retrata que nos anos 90 no movimento de reforma da educação realizado nos Estados Unidos da América foi evidenciado o pensamento crítico.

Segundo Rainbolt (2010) o pensamento crítico nos Estados Unidos é considerado como um movimento acadêmico que possibilita adquirir uma habilidade específica, e se reporta à própria habilidade de analisar argumentos propostos e de produzir argumentos consistentes. O movimento do pensamento crítico surge em meados de 1980 devido à insatisfação da lógica simbólica.

No currículo brasileiro, nos deparamos também com recomendações acerca do pensamento crítico. Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)² referente ao ensino fundamental nos anos iniciais é enfatizado que o pensamento criativo, lógico e crítico

² O presente trabalho reconhece as críticas relacionadas a construção da versão final da BNCC publicada no ano de 2018, mais especificamente no que envolve a construção de um pensamento crítico e na redução da carga horária da área de ciências da natureza. No entanto, salientamos que esse não é o foco desse trabalho, por essas questões não nos aprofundaremos nestas discussões.

“[...] possibilita aos alunos ampliarem sua compreensão de si mesmos, do mundo natural e social, das relações dos seres humanos entre si e com a natureza” (Brasil, 2017, p. 58). E na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional uma das finalidades do ensino médio é “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (Brasil, 1996, Art. 35, p. 24), tal citação também é considerada na BNCC como uma finalidade do ensino médio na contemporaneidade. Esses documentos incentivam as instituições de ensino a promoverem o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo dos estudantes ao longo das etapas da educação básica.

Nesta perspectiva, podemos evidenciar que o pensamento crítico é essencial para o processo de ensino-aprendizagem e pode ser considerado como um objetivo educacional, já que a “educação deve tomar como objetivo básico o fomento da racionalidade; e essa racionalidade, ou seu cognato educacional, pensamento crítico, deve ser considerado um ideal educacional fundamental” (Siegel, 1989, p. 10, tradução nossa). E Teixeira (2012) afirma que um dos maiores objetivos educativos é a promoção do pensamento crítico para a autonomia intelectual.

Destacamos que Siegel (2010), citado também por Costa et al. (2023), aponta as quatro razões que justificam a importância do pensamento crítico: 1. os esforços para promover o pensamento crítico dos alunos é a única forma pela qual os alunos são tratados com respeito enquanto pessoa, ou seja, tratá-los com respeito exige que seja fomentado neles as habilidades e disposições do pensamento crítico; 2. o pensamento crítico quando considerado como um ideal educacional fundamental envolve a incumbência de preparar os alunos para a vida adulta, envolvendo a autossuficiência e autodireção dos alunos; 3. o pensamento crítico como objetivo central da educação desempenha o papel nas tradições racionais, que desde sempre estiveram no centro das práticas e esforços educacionais como a matemática, ciências, literatura, arte, história, etc., essas tradições incorporam e dependem do pensamento crítico; 4. envolve a análise cuidadosa do bom pensamento crítico e da deliberação fundamentada na vida democrática, ao modo que a democracia é valorizada deve-se estar comprometido com o fomento das habilidades e disposições do pensamento crítico, considerando que a democracia emerge a partir do momento em que os cidadãos são críticos de forma suficiente.

Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) apontam, especificamente, que o ensino das ciências e da matemática deve ser desenvolvido a partir de princípios que possibilitem a promoção do pensamento crítico. Os princípios orientam a avaliação de razões a partir de dois tipos: os princípios que são específicos de um domínio, os quais dependem do conteúdo e os princípios gerais, que podem ser aplicados em diversos contextos. O pensador crítico deve ir além da capacidade de avaliar as razões para agir de acordo com seus princípios, mas deve ser capaz e ter disposição de executá-las.

Segundo Sousa e Vieira (2018) em seu trabalho intitulado como “Pensamento Crítico na educação em Ciências: revisão de estudos no ensino básico em Portugal”, retratam que educadores apreensivos com a carência de um ensino capaz de promover o desenvolvimento de capacidades do pensamento crítico, realizam investigações e discussões públicas visando uma ação educativa orientadora que favoreça a promoção do pensamento crítico. De acordo com Costa *et al.* (2021) no Brasil esse cenário é muito parecido, visto que recentemente muitas pesquisas voltadas para o pensamento crítico como, por exemplo, Güllich e Vieira (2019), foram e ainda são realizadas. Adicionalmente, podemos citar Guimarães e Massoni (2020), Mattos, Güllich e Tolentino-Neto (2021) e Cruz *et al.* (2023) como exemplos de pesquisas recentes relacionadas ao pensamento crítico.

Nesta direção, visando a relevância do desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, busca-se conhecer estratégias de ensino que podem ser utilizadas para a sua promoção e como as mesmas devem ser orientadas de forma a potencializar as práticas didático-pedagógicas promotoras do pensamento crítico no ensino de ciências. (Vieira; Tenreiro-Vieira, 2015).

De acordo com Vieira e Tenreiro-Vieira (2015), os professores precisam inserir em suas práticas de ensino estratégias que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. No entanto, afirmam que não só os tipos de estratégias propostas influem na promoção das capacidades do pensamento crítico, mas a forma como são orientadas e operacionalizadas que as tornam mais ou menos promotoras.

Na BNCC são propostas práticas em algumas áreas do conhecimento (como nas áreas de Ciências Humanas e Linguagens e suas Tecnologias, nos componentes curriculares História e Língua Portuguesa) ao longo das etapas da educação básica, que podem estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, entre elas estão: o

exercício da interpretação de textos, objetos, obra artística, literária ou de um mito é considerado como fundamental para promover o pensamento crítico; a percepção da existência da imensa diversidade de sujeito e história; a construção e fortalecimento da habilidade de realização de perguntas, avaliação, argumentação, interação com a diversidade de produções culturais e utilização de tecnologias voltadas para informação e comunicação.

Adicionalmente, é destacada a incorporação da prática de escuta, leitura e produção textual pelos jovens em suas vidas, para que possam desenvolver a autonomia e pensamento crítico para que se situem diante de interesses e posicionamentos. Também como estratégia elenca a valorização e problematização das vivências e experiências dos alunos, sejam elas individuais ou familiares, a partir do lúdico, da prática da escuta e de trocas, realizando essas ações em ambientes educacionais diversos.

Mattos, Güllich e Tolentino-Neto (2021), salientam que para a formação de um sujeito ativo, reflexivo, autônomo, responsivo e, principalmente, crítico, devem ser adotadas estratégias que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico. Afirmam que, além disso, é preciso que a comunidade escolar esteja toda envolvida para que seja possível desenvolver o pensamento crítico na sala de aula, sendo realizado um trabalho de forma colaborativa e harmônica para a formação dos estudantes. E ainda, salientam que os professores possuem um papel importante, pois precisam propor atividades que possibilitem o desenvolvimento desse pensamento, sendo necessário que reconheçam as potencialidades das estratégias de ensino do pensamento crítico em aulas de ciência, realizando mais experimentação, construção de debates, práticas pedagógicas, fóruns, entre outras atividades. Ressaltam que em estratégias como a resolução de problemas podem ser estabelecidas discussões entre os alunos e o professor, questionamentos, reflexões e tomadas de decisões, que são consideradas como práticas fundamentais para a formação de sujeitos autônomos e críticos.

Cruz *et al.* (2023) realizam uma revisão bibliográfica com o objetivo de investigar como o pensamento crítico tem sido desenvolvido no âmbito dos países latino-americanos, na busca de identificar os conceitos, referências e estratégias que os autores latino-americanos têm se embasado para discutir o PC no ensino de ciências. Realizam a revisão de 45 trabalhos sendo eles: trabalhos acadêmicos disponíveis nos Anais do Seminário Internacional de Pensamento Crítico, artigos

publicados em periódicos da área do Ensino de Ciências Latino-Americano entre os anos de 2014-2017, uma tese de doutorado do ano de 2014 e quatro dissertações publicadas entre 2013-2017. Sendo trabalhos de pesquisadores colombianos, brasileiros, peruanos, chilenos e mexicanos. Os trabalhos foram organizados em um quadro composto por código, ano, país, instituição, as principais referências, estratégias de ensino e conceitos A e B (para análise).

Acerca das estratégias propostas nos trabalhos investigados, foram apontadas no quadro produzido pelos autores: questionários, atividades argumentativas, sequência didática, experimentação, Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC's), controvérsias científicas, narrativas científicas, livros didáticos-questionamentos, resolução de problemas, jogo didático, questionário, trabalho de campo e trabalho em grupo, atividades investigativas, argumentação, metacognição, questionamento abordando Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), questões sociocientíficas, memes-questões sociocientíficas, projeto ambiental, sequência didática/ CTS- debate, pesquisas, visitas técnicas e experimentação investigativa, aprendizagem baseada em problema (ABP), ensino e aprendizagem baseados na colaboração, situações problema, programa de implementação cognitiva, investigação temática, projetos didáticos e estilos de aprendizagem.

Cruz *et al.* (2023), afirmam que foram propostas nos trabalhos analisados dezoito principais e diferentes estratégias de ensino para promover o pensamento crítico no ensino de ciências no contexto latino-americano e entre elas as que mais se destacaram foram as sequências didáticas sendo apontadas em seis trabalhos, a argumentação proposta em três trabalhos e questões sociocientíficas sendo destacadas em quatro trabalhos.

Magalhães e Tenreiro- Vieira (2006) afirmam que no âmbito educacional almeja-se um ensino de ciências com base em orientações CTS e promotor do pensamento crítico. Destacam que a educação CTS e o pensamento crítico estavam sendo incorporados nos currículos de ciências em vários países, entre eles Portugal, como ponto fundamental no ensino de ciências, sendo considerado como promotor da alfabetização científica dos estudantes. E relatam que as orientações CTS são propostas com o objetivo de ensinar sobre os fenômenos de uma forma que relacione a ciência com o contexto tecnológico e social dos estudantes.

Em seu estudo, Tenreiro-Vieira e Vieira (2019), retratam um esquema com quatro elementos do pensamento crítico (conhecimento, normas/critérios,

disposições/ atitudes, capacidade/processos) dispostos em um quadro considerado como potencializador das inter-relações CTS. O conceito expresso no esquema pode ser seguido para propor recursos e estratégias didáticas que permitam que os alunos vivenciem situações que necessitem de sua ação e participação, que os estimulem a reconstruir os conhecimentos científicos e tecnológicos e favoreça o desenvolvimento de normas, critérios e capacidades.

Neste viés, com base em Vieira (2008), estes autores destacam que conforme as concepções propostas, as estratégias e recursos deveriam ser inseridos a partir das orientações do acrônimo PIGES:

Principiar, o mais cedo possível e desde os primeiros anos; Intencionalmente, adotando para tal uma conceitualização; Gradualmente e de acordo com o potencial e contextos dos aprendentes; Explicitamente identificando as dimensões a promover; e Sistemáticamente ao longo de toda a escolaridade e da vida” (Tenreiro-Vieira; Vieira, p.39, 2019).

Seguindo a perspectiva educacional CTS, destacamos que Torres e Solbes (2018), compreendem o pensamento crítico como um conjunto de competências das pessoas para estruturar sua própria forma de pensar que lhes permitem distinguir a validade dos argumentos, tomar posição diante de situações e possuir um papel ativo nas decisões culturais e científicas realizadas a partir da responsabilidade social e afirmam que o termo competência está relacionado com a capacidade de aplicar os resultados de aprendizagem em um determinado contexto. Neste viés, apontam a necessidade da abordagem de situações complexas contextualizadas, que permitam assumir posturas sociais. E para isso destacam as questões sociocientíficas como uma das estratégias que tem sido utilizada na didática das ciências, consideradas como situações controversas que envolvem assuntos científicos com implicações sociais. A QSC é uma estratégia que visa o posicionamento do indivíduo.

Portanto, evidenciamos a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC's) como estratégia didática capaz de contribuir com o desenvolvimento crítico no ensino de ciências. Considerando que as questões sociocientíficas podem abranger dilemas sociais e temas complexos, abertos, controversos na maioria das vezes, frequentemente abordados nos canais de informação, que possuem uma interação com a ciência, tecnologia e sociedade, envolvem implicações sociais, econômicas, éticas, políticas demandando a necessidade de tomada de decisão por parte dos

cidadãos (Sadler, 2004a; Reis; Galvão, 2005; Simonneaux, 2007; Reis; Galvão, 2008; Martínez Pérez, 2012).

Essas características que as QSC's possuem as tornam uma abordagem com potencial para promover em sala de aula o desenvolvimento da argumentação e a análise da problemática em suas diversas dimensões, para defender suas concepções e propor a tomada de decisão. Sendo assim, permite que os alunos tomem decisões acerca de uma questão social controversa avaliando opiniões de forma crítica e reflexiva, fundamentados nos conhecimentos científicos e tecnológicos e levando em consideração as diversas dimensões que estão envolvidas na questão.

Logo, além de serem estabelecidas em práticas de ensino para argumentação, as QSC's também são propostas para promover o pensamento crítico, já que podem incentivar os alunos a compreenderem o conteúdo científico e a questão apresentada, e ainda proporcionam ferramentas críticas para que os alunos manifestem posições individuais e coletivas acerca da QSC abordada (Torres; Martínez Pérez, 2011; Torres; Solbes, 2018).

O problema apresentado na abordagem QSC pode ser uma problemática que esteja presente na vida dos estudantes, permitindo que eles tomem um posicionamento com base em seus conhecimentos científicos e tecnológicos, propondo tomada de decisões que favoreçam uma melhor qualidade de vida para a sociedade considerando as necessidades humanas e ambientais.

Neste sentido, consideramos que a abordagem QSC possibilita o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes no ensino de ciências, em especial nesta investigação, no ensino de química. Envolvendo no debate dimensões sociocientíficas, favorecendo a participação ativa dos estudantes e a tomada de decisão diante de problemáticas que envolvam a ciência, tecnologia e sociedade.

Além disso, na literatura é proposto um meio que nos permite identificar a emergência do PC durante a abordagem QSC. Considerando que Solbes e Torres (2012)³ apresentam competências que uma pessoa com pensamento crítico em uma

³ Solbes e Torres (2012) apresentam na parte da Metodologia de Investigação de seu trabalho intitulado como "Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el aborde de las cuestiones sociocientíficas: un estudio em el ámbito universitario", a tabela "Competencias de pensamiento crítico y dificultades para conseguirlo", composta por competências que "Una persona com pensamento crítico que aborde CS demandaria" e por "Dificuldades que impiden el PC". Acreditamos que tenha sido proposto apenas o termo CS no título referente as competências, por questão de digitação, mas o termo se referia às *cuestiones sociocientífica* (CSC), em português questões sociocientífica. Tendo em vista, que o autor faz uso da sigla CS (Ciência e Sociedade)

abordagem QSC demandaria e dificuldades que impendem o seu desenvolvimento, correspondentes as competências. Torres e Solbes (2018) com base neste estudo anterior, em Solbes e Torres (2012), retratam que as competências propostas permitem avaliar o desenvolvimento do pensamento crítico em uma intervenção com uso de QSC. Acerca das competências, segundo Solbes e Torres (2012), uma pessoa com pensamento crítico na abordagem QSC demandaria ou seria capaz de:

1. Compreender a ciência como uma atividade humana com múltiplas relações com tecnologia, sociedade e meio ambiente e assumir a existência de problemas sociocientíficos, ou seja, controvérsias baseadas em noções científicas. 2. estar informado sobre o assunto, não se limitar ao discurso dominante e conhecer posições alternativas. Questionar a validade de argumentos, rejeitando conclusões não baseadas em evidências, detectar falácias argumentativas, avaliar a credibilidade das fontes levando em conta os interesses subjacentes. 3. estudar o problema SC de forma integral, em sua complexidade, de maneira que se envolvam dimensões científicas, técnicas, éticas, culturais, sociais, econômicas, ambientais, etc. 4. avaliar e fazer julgamentos éticos em torno da QSC considerando a contribuição dos mesmos para a satisfação das necessidades humanas, para a solução de problemas do mundo. 5. chegar a conclusões que levem a tomar decisões informadas e a promover ações para melhorar a qualidade de vida e que são capazes de transformar a sua realidade resolvendo diferentes situações a nível pessoal, familiar e profissional (p.252, tradução nossa)

Essas competências são denominadas por Torres e Solbes (2018) como competências críticas as quais são consideradas como capacidades que possibilitam preparar a pessoa para que seja capaz de realizar a emissão de juízos resultantes de questionamentos e confrontamentos de ponto de vista, a busca por processos de indagações diante de problemas, ideologias e informações, e a construção de espaços críticos pautados na dialogia como um modo de se manifestar e intervir socialmente.

Por fim, acreditamos que as competências que uma pessoa com pensamento crítico demandaria/possuiria na abordagem QSC podem contribuir para um processo

algumas vezes no texto para se referir as questões sociocientífica, conforme nossa compreensão. Sendo assim, consideramos que esse termo CS, se refere às questões sociocientíficas. Além disso, Torres e Solbes (2018) apontam estas competências e dificuldades propostos nesse seu estudo anterior, em Solbes e Torres (2012), afirmando que permitem avaliar o desenvolvimento do pensamento crítico em um programa de investigação com uso de CSC, que se trata da abordagem de QSC. Apresentam o quadro “competencias que se requieren para el desarrollo del pensamiento crítico em el ámbito de las CSC”, retratando como fonte Solbes e Torres (2012). Embora, que os autores Solbes e Torres (2012) tenham proposto estas competências para avaliar uma intervenção que estava desenvolvendo em seus estudos, por meio das explanações de Torres e Solbes (2018) e com base nas informações contidas na tabela, compreendemos que elas podem ser utilizadas para a análise do desenvolvimento do pensamento crítico na abordagem de qualquer QSC, não se restringindo a um tema específico, mas, sim, podendo ser empregadas com o objetivo de identificar o desenvolvimento do PC.

de análise que visa identificar a emergência do pensamento crítico. Como está investigação aborda uma QSC sobre Mudanças Climáticas buscando analisar situações de mobilização do pensamento crítico por estudantes, essas competências propostas por Sobes e Torres (2018) podem possibilitar a análise do desenvolvimento do pensamento crítico, que é o objeto de investigação desta pesquisa.

1.3. OBSTÁCULOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ÂMBITO EDUCACIONAL

Como já discutimos, no âmbito educacional é recomendada a inserção do pensamento crítico no currículo de ensino visando a sua contribuição para a formação e atuação cidadã, e a sua relevância para que o educando compreenda e amplie a visão que tem de si mesmo, do mundo ao seu redor e das relações que os seres humanos estabelecem entre eles mesmos e com a natureza (Brasil, 2017). Tais contribuições incentivam os sistemas de ensino a buscarem estratégias didáticas que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico dos seus estudantes ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

No entanto, embora na literatura sejam propostas estratégias para promover o pensamento crítico, ainda nos deparamos com algumas dificuldades enfrentadas por professores e pelas instituições de ensino.

Costa *et al.* (2021) salientam que alguns princípios do pensamento crítico que são listados pelos autores da área se tornam de difícil execução. Reconhecem, além disso, que muitos professores da rede básica de ensino possuem um conhecimento limitado ou até mesmo não possuem conhecimento acerca da definição do pensamento crítico. Diante desta conjectura, estes autores apontam que para promover a valorização desse conteúdo nos demais níveis de ensino Vieira e Tenreiro-Vieira (2013) elencam a relevância de ações como a formação de professores, produção e aperfeiçoamento de recursos e estratégias didáticas.

Solbes e Torres (2012) propõem dificuldades que impedem o desenvolvimento do pensamento crítico e as listam respectivamente conforme cada competência do pensamento crítico em uma abordagem QSC. Destacam as seguintes dificuldades:

1. Assumir a ciência como um conhecimento de elite, longe deles e descontextualizado. Não ser consciente dos problemas que a humanidade enfrenta hoje, nem do papel da ciência e tecnologia nos mesmos.
2. Ter

disposição para questionar as opiniões e crenças pessoais baseadas em discursos legitimadores (ou em ideologia dominante) e desconhecimento dos interesses subjacentes. 3. Estudar o problema SC de maneira integral, em sua complexidade, de maneira que se envolvam dimensões científicas, tecnológicas, éticas, culturais, sociais, econômicas, ambientais, etc. 4. Avaliar e realizar julgamentos éticos em torno da QSC considerando a contribuição dos mesmo para a manifestação das necessidades humanas, para a solução de problemas do mundo. 5. Passividade e comodidade. (Solbes; Torres, 2012, p.252, tradução nossa)

Logo, segundo os autores essas são dificuldades que impossibilitam o desenvolvimento do pensamento crítico. Entre elas, estudar o problema sociocientífico de uma forma integral, em sua complexidade, de maneira que se envolvam dimensões científicas, tecnológicas, éticas, culturais, sociais, econômicas, ambientais, etc e a avaliar e realizar julgamentos éticos em torno da QSC considerando a contribuição dos mesmo para a manifestação das necessidades humanas, para a solução de problemas do mundo, são apresentados pelos autores tanto como competências necessárias para o desenvolvimento do pensamento crítico em uma abordagem QSC quanto como dificuldades para promover o desenvolvimento do mesmo, se referem, respectivamente, a 3º e 4º competência e dificuldade. Isso pode evidenciar que tais tópicos possuem um duplo delineamento e requerem uma complexidade maior para serem mobilizados.

Além disso, Torres e Solbes (2018) ressaltam como obstáculos na promoção do pensamento crítico na educação científica a persistência de metodologias transmissivas na educação científica e a dificuldade do estudo da multidimensionalidade das ciências. No ensino de ciências os conteúdos ainda são apresentados de uma forma transmissiva e fragmentados em disciplinas, na maioria das vezes não são relacionados com outras áreas do conhecimento, sendo tratados como verdadeiros sem discutir sua validade, ou seja, os saberes são apresentados como já acabados, não são estabelecidos questionamentos iniciais, dificultando que os alunos compreendam a construção histórica da ciência e tecnologia e suas influências na sociedade (Torres; Solbes, 2018).

O estudo da ciência a partir da multidimensionalidade pode ser designado como o estudo de um problema sociocientífico de uma forma integral, envolvendo as dimensões científica, técnica, social, cultural, ética, econômica, cultural e ambiental. Essa multidimensionalidade parece ser uma parte complexa, pelo fato de que as relações estabelecidas entre conceitos científicos e cotidianos requerem um maior

grau de compreensão e clareza na linguagem que é utilizada para a realização de analogias pertinentes, por estas questões o estabelecimento de relações entre diferentes aspectos, do que pode ser compreendido como multidimensional, se mostra como uma das principais dificuldades enfrentadas pelos alunos (Torres; Solbes, 2018). Como uma maneira de facilitar esse processo, esses autores apontam a inserção de questões contextuais, isso permitiria a realização de avaliações em torno de questões sociocientíficas para visar os diferentes aspectos multidimensionais e identificar os impactos relacionados, contribuindo assim para a formação integral dos alunos.

2. QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

As controvérsias científicas são alvos de debates e de divisões de opiniões. No entanto, se direcionarmos um olhar para a história da ciência iremos notar que as grandes descobertas científicas, como a teoria do heliocentrismo, os modelos atômicos, a síntese da amônia, usinas nucleares, entre outras, em sua validação sempre houve disputas e desacordos entre os cientistas e na sociedade.

O conhecimento científico em alguns períodos históricos foi considerado como sinônimo de poder, a detenção de saberes científicos e tecnológicos proporcionavam a alguns países uma posição de destaque diante as demais nações. Durante os períodos de guerra ou até mesmo nos grandes períodos de calamidade pública enfrentados pela humanidade (como problemas na saúde pública ou problemas como a fome), havia uma grande “corrida” para desenvolver uma tecnologia/um aparato tecnológico que solucionasse o problema. Esse conhecimento se torna também sinônimo de poder em diversas dimensões como política, econômica e social, ambiental e tecnológica.

Ou seja, quem possuía a solução para um problema, estava com um grande poder em mãos. Como por exemplo, o caso da síntese da amônia, em que ocorreram muitas tentativas de sintetizá-la já no século XIX (Chagas, 2007). Diversos cientistas entraram em uma grande disputa para desenvolver um aparelho que fosse capaz de sintetizar a amônia e por sua vez atender as demandas enfrentadas naquela época. Utilizando a amônia como fertilizante seria possível produzir alimentos em uma escala maior, favorecendo o fator econômico e contendo o problema da fome da população. Como resultado das pesquisas, um aparelho de laboratório foi produzido por Haber em 1909 capaz de produzir a amônia, posteriormente em 1910 Bosch recebeu instruções para industrializar o processo de obtenção da amônia, e em 1912 por meio do processo Haber-Bosch a primeira empresa piloto de obtenção da amônia produzia uma tonelada de amoníaco por dia. (Chagas, 2007; Ribeiro, 2013).

Neste sentido, é possível evidenciar que diversos avanços tecnológicos e científicos conduziram a história da humanidade. Contudo, nem todas as transformações promoveram resultados benéficos para a sociedade, mas também causaram impactos em diversas dimensões como social, ambiental, econômica e no

contexto de políticas públicas de saúde como foi o caso da tragédia da talidomida⁴ que provocou grandes impactos na saúde pública pela ausência de regulamentações para a utilização de medicamentos.

É partindo deste contexto, dos avanços científicos e tecnológicos promovidos na sociedade, que surge o interesse de se discutir sobre problemas sociais relacionados a ciência e a tecnologia. A sociedade começou a observar de um outro ângulo os impactos que eram causados, já que antes a sociedade moderna supervalorizava a ciência como um mito da salvação da humanidade, considerando que todos os problemas humanos poderiam ser resolvidos por meio das implicações científicas (Santos; Mortimer, 2002). Neste contexto, é desencadeada a necessidade de se discutir sobre os riscos e benefícios promovidos pela ciência e a tecnologia e de tomar decisões diante dos problemas cotidianos enfrentados.

2.1. O MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: UM BREVE HISTÓRICO

Em meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo a percepção de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico, não se direcionava de forma linear e automática ao desenvolvimento do bem-estar social (Auler; Bazzo, 2001). Foi notado que mais tecnologia e desenvolvimento científico não podem ser compreendidos como sinônimo de um maior bem-estar social.

No final de 1950, após a Segunda Guerra Mundial e a explosão das bombas em atômicas em Hiroshima e Nagasaki, as críticas em relação as implicações sociais do desenvolvimento da ciência e tecnologia se intensificam, com a colaboração dos movimentos ativistas e pacifistas (Strieder, 2012).

⁴ A tragédia da talidomida, no final dos anos 1950, foi um evento importante para a regulação dos medicamentos. A talidomida foi descoberta na Alemanha em 1953 por _Wilhelm Kunz, sua primeira síntese foi realizada na indústria com o intuito de agregá-la em antibióticos. No entanto, só em 1957 foi reconhecida mundialmente após Herbert Keller comprovar sua eficiência como sedativo e hipnótico. Em 1961 foi evidenciado, em pesquisas da área, casos de bebês que nasceram com malformações de extremidades devido a ingestão de talidomida realizada pelas mães durante o período de gestação. No mundo cerca de dez a quinze mil crianças nasceram com malformações associadas à talidomida (Moro; Invernizzi, 2017).

Nas décadas de 1960 e 1970, após uma euforia inicial contra os efeitos causados pelos avanços científicos e tecnológicos em acontecimentos ambientais e históricos como, por exemplo, a degradação ambiental; a vinculação do uso dos conhecimentos e aparatos científicos-tecnológicos para a produção de armas químicas para a guerra, como as bombas atômicas; e o Napalm, desfolhante (o agente laranja) utilizado na guerra do Vietnã, fizeram com que a ciência e a tecnologia (CT) fossem vistas de forma crítica (Auler; Bazzo, 2001).

Além disso, a publicação das obras “A Estrutura das Revoluções Científicas” (1962) cujo autor é físico e historiador da ciência Thomas Kuhn, e a “Primavera Silenciosa” (1962) ou em inglês “*Silent spring*”, obra de Rachel Carson, bióloga naturalista, potencializaram as discussões acerca das interações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e são consideradas como marco inicial dos debates sobre o tema (Rosa; Strieder, 2019; Auler; Bazzo, 2001).

Diante desse contexto, a ciência e a tecnologia tornaram-se um objeto de debate político, emergindo então o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) que em meados dos anos 1960 a início dos anos 1970 se manifesta nos Estados Unidos e em grandes potenciais econômicas da Europa e da América Latina (Auler; Bazzo, 2001; Chrispino, *et al.*, 2013).

A linha do movimento CTS na América Latina, denominada como “Pensamento Latino-Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade” (PLACTS), foi criada em entre 1950 e 1970, trazendo críticas a relação de dependência que os países menos desenvolvidos estabelecem aos mais industrializados com pretensões que a inovação favoreça a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e o desenvolvimento econômico (Lopes, 2013). Inicialmente, o PLACTS foi marcado pelo descontentamento de parte da comunidade acadêmica com a concepção tradicional estabelecida para ciência e tecnologia e com os efeitos que desta concepção para a sociedade, sendo movidos pela observação dos problemas sociais, políticos, ambientais e econômicos que eram provocados em decorrência do avanço científico-tecnológico (Chrispino, *et al.*, 2013).

Auler e Bazzo (2001) destacam que Luján López e colaboradores (1996) afirmam que a emergência de indagações sobre a gestão tecnocrática de assuntos sociais, políticos e econômicos denunciavam os efeitos negativos da ciência e da tecnologia na sociedade. O movimento CTS reivindica um novo direcionamento tecnológico, se contrapondo a perspectiva de que mais ciência e tecnologia

promoverá, necessariamente, a solução de problemáticas ambientais, sociais e econômicas, sendo evidenciada a necessidade de tecnologias diferentes que sejam concebidas por meio de algum tipo de participação da sociedade. No final da década de 70, de acordo com os autores, esses aspectos contribuíram para uma mudança de mentalidade e uma transformação da visão que se tinha da ciência e da tecnologia, algumas sociedades mudaram suas compreensões sobre o papel da ciência e tecnologia na vida das pessoas.

O objetivo central do movimento CTS consiste em colocar a tomada de decisão sobre a ciência e a tecnologia em um outro patamar, reivindicando decisões menos tecnocráticas e mais democráticas, as quais devem ser tomadas por um maior número de atores sociais (Auler; Bazzo, 2001). E este movimento também possui o interesse de promover o envolvimento do público na resolução de controvérsias tecnocientíficas e em especial na sua orientação mais prática (Bazzo; Von Lisingen; Pereira, 2003). Visando a participação da maioria dos cidadãos para a tomada de decisão de forma mais democrática acerca de controvérsias tecnocientíficas.

Nesta perspectiva, após grandes acontecimentos históricos e ambientais o movimento CTS, surge partindo da necessidade de a população estar consciente dos impactos sociais causados pelas implicações da ciência e da tecnologia, compreendendo que mais ciência e tecnologia não corresponde a mais problemas sociais, ambientais e econômicos resolvidos, não há uma linearidade entre os avanços e os resultados benéficos desencadeados na sociedade. Diante de tais consequências, demandam dos atores sociais uma tomada de decisão realizada de forma democrática (possibilitando que a maioria da população participe) quanto aos impactos causados na sociedade e a participação na inserção de novas tecnologias a partir do julgamento de seus benefícios.

A expressão CTS é utilizada como um modo de referenciar às inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Azevedo, *et al.*, 2013). No entanto, posteriormente, foi adicionado na expressão o “A” remetendo-se a dimensão ambiental. Embora que nos principais textos da educação transpareça a preocupação ambiental na perspectiva CTS, ainda, foi adotada a expressão CTSA com o intuito de evidenciar de forma mais expressiva a preocupação com o aspecto ambiental, porém estas expressões (*slogans*) possuem propósitos em comum e princípios ideológicos que os diferem de forma significativa (Bezerra, 2018).

No final dos anos 1970 e início dos anos 1980, em diversos lugares ao mesmo tempo, permanecia a expressão ciência-tecnologia-sociedade e também se estabelecia um amplo consenso entre os educadores em ciências sobre a necessidade de inovar o ensino de ciências (Aikenhead, 2005). Em seu estudo, Aikenhead (2005) aponta que nesse período diversas propostas para o ensino de ciências no âmbito escolar foram inseridas e incentivadas por alguns fatores como: a reavaliação da cultura ocidental e o papel estabelecido pela ciência escolar em sua transformação; a emergência da demanda de uma educação política para a ação; a necessidade de abordagens interdisciplinares para educação científica desenvolvida acerca de problemas amplos; e uma nova forma de demanda para preparação vocacional e tecnocrática.

Neste viés, o enfoque CTS no campo educacional, para Aikenhead (2009 apud Azevedo, *et al.*, 2013), surge como um *slogan* em diversos países, com o intuito de construir uma rede de educadores em ciências preocupados com a nova perspectiva de educar cientificamente, considerando a necessidade de desafiar o *status quo* da ciência no contexto escolar. Para Martins e Paixão (2011, p. 145), a educação CTS “afirma-se como campo de conhecimento congregando investigadores e professores de todos os níveis de escolaridade e em todos os continentes”.

Segundo Chrispino (2013), uma das pretensões da educação CTS é favorecer uma melhor compreensão da ciência e da tecnologia dentro do contexto social, realizando as inter-relações entre os desenvolvimentos científico e tecnológico e os processos sociais. Dessa maneira, aponta que os estudantes no processo de escolarização poderão desenvolver algumas capacidades que os permitem interpretar, ao menos de uma forma geral, questões controvertidas que estejam relacionadas aos impactos sociais da ciência e da tecnologia e com a qualidade de vida de uma sociedade que está, cada dia mais, impregnada com as inovações da ciência e, principalmente, da tecnologia.

Dentro deste cenário, com a relevância de se discutir e interpretar as inter-relações entre a ciência, tecnologia e sociedade, os currículos de ensino de ciências desde a década de 1960 com orientações CTS, em todo o mundo, vêm sendo desenvolvidos tendo “como objetivo central preparar os alunos para o exercício da cidadania e caracterizam-se por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social” (Santos; Mortimer, 2002, p.110).

Embora as inter-relações CTS tenham se propagado por currículos no mundo inteiro, segundo Santos e Mortimer (2002) o contexto dos outros países em que o enfoque CTS foi desenvolvido nas propostas curriculares, por se tratar de países desenvolvidos, a estrutura social, a organização política e a dimensão econômica são bem diferentes da realidade enfrentada no contexto brasileiro. Nesta direção, os autores argumentam que seria um contrassenso realizar a transferência dos modelos curriculares desses países para o campo educacional do Brasil, já que problemas como a desigualdade social extrema não existiam nos países desenvolvidos nos quais foram introduzidos esses currículos. E afirmam que “discutir modelos de currículos de CTS significa, portanto, discutir concepções de cidadania, modelo de sociedade, de desenvolvimento tecnológico, sempre tendo em vista a situação socioeconômica e os aspectos culturais do nosso país” (p. 126-127). Neste sentido, o enfoque CTS na educação de ciências deve estar atrelado às particularidades e o contexto do país, visando os aspectos sociais, culturais e econômicos, além dos temas emergentes enfrentados.

Santos e Mortimer (2002) destacam que, Krasilchik (1987) ao discutir a evolução dos currículos educacionais de ciências no Brasil no período de 1950 a 1985, retrata que na década de 1970 foram indicadas a introdução da perspectiva de ciência como um produto da dimensão econômica, política e social. E na década de 1980, com a renovação do ensino de ciências, iniciaram-se orientações com o objetivo de analisar as implicações sociais relativas ao desenvolvimento científico e tecnológico.

No entanto, a década de 1990 é considerada como um marco histórico da abordagem CTS no campo educacional brasileiro, nessa época iniciaram-se discussões mais frequentes acerca das relações CTS com o desenvolvimento das primeiras pesquisas, apresentação de trabalhos em congresso, publicação de artigos e livros, além da produção de textos sobre a temática que em sua maioria eram originados da área de ensino de ciências e tecnologia (Santos, 2008; Chrispino *et al.*, 2013; Strieder; Kawamura, 2017).

O enfoque CTS se desenvolveu de uma forma mais lenta no Brasil se comparado com outros países. Para Silva (2014), esse processo de atraso pode ser explicado por meio de duas razões. A primeira delas se refere ao contexto vivenciado pelos países de primeiro mundo que possuíam condições de vida satisfatória, uma realidade totalmente diferente da enfrentada no Brasil em que uma grande parte da população ainda sofria com a ausência de condições necessárias para sobrevivência,

então discutir questões relativas a CTS não se tornava uma prioridade para elas naquele momento. E a segunda é justificada pela existência de mecanismo de consulta pública para que a população pudesse avaliar e influenciar nas decisões relativas a ciência e a tecnologia, algo que ainda não existia no contexto brasileiro. Apesar disso, a autora aponta que os estudos sobre CTS vêm avançando no país, sobretudo, devido a globalização.

Na mesma direção, os estudos com enfoque CTS no ensino de ciências vêm se expandido e ganhando fôlego (Azevedo, *et. al*, 2013), cada vez mais, frente aos desafios sociais presentes na sociedade. Como pode ser evidenciado no estudo de revisão bibliográfica desenvolvido por Chrispino *et al.* (2013), que realizou o levantamento em 22 periódicos nacionais na área de Ensino de Ciências de trabalhos publicados no período de 1996 a 2010, e identificaram 88 artigos relacionados às CTS. E em Santos (2012) que retrata que em levantamento no catálogo de teses e dissertações da Capes até o ano de 2011 foram identificadas 158 dissertações e 19 teses relacionadas ao enfoque CTS no campo educacional do ensino de ciências. Podemos considerar que este já é um número expressivo de trabalhos que foram realizados ao longo dos anos envolvendo as relações CTS.

A partir de estudos e análise de trabalhos na área dos estudos CTS no ensino de ciências, Strieder e Kawamura (2017) afirmam que a educação CTS tem sido orientada por diferentes propósitos educacionais que são organizados em três grandes grupos com o intuito de promover o desenvolvimento de: 1. percepções que envolvem o conhecimento científico escolar e as vivências cotidianas dos alunos; 2. questionamentos a respeito de questões sociais que envolvam a cidadania e 3. compromissos sociais perante problemas que ainda não estão determinados.

Segundo Parreira (2012), no ensino de ciências, a grande pretensão da educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) é contribuir para a formação de cidadãos cientificamente mais cultos, elevar a alfabetização científica dos alunos, desenvolver o interesse pela ciência e auxiliar os alunos a aprimorarem o espírito crítico, o pensamento lógico e a tomada de decisão.

López e Cerezo (1996 *apud* Santos e Mortimer, 2002), retratam que a proposta do currículo CTS refere-se à integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados articuladamente com a discussão de suas dimensões históricas, éticas, políticas e socioeconômicas.

Neste viés, nos currículos com ênfase CTS vêm sendo recomendadas a inserção de problemas sociais para serem discutidos pelos alunos favorecendo o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, e entre outras práticas que são propostas está entre elas a introdução de “atividades relacionadas à tomada de decisão [...], as quais exploram os aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais” (Santos; Mortimer, 2002, p.122). Compreendemos que estes aspectos sociocientíficos destacados podem ser discutidos por meio da abordagem de questões sociocientíficas que envolvem problemas sociais que demandam a tomada de decisão por parte da população.

2.2. AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS: NATUREZA, DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS

A perspectiva CTS surge visando a participação e a tomada de decisão dos cidadãos frente as implicações das inovações científicas e tecnológicas na sociedade e as consequências que são acarretadas. Neste viés, no contexto educacional o enfoque CTS pode favorecer a discussão de problemas sociais, a articulação dos conhecimentos científicos e tecnológicos a diversos aspectos relacionados e a tomada de decisão diante dos problemas que envolvem a ciência e a tecnologia.

No entanto, para implementação das orientações CTS no âmbito escolar de forma ampla são enfrentados alguns obstáculos de acordo com Martins (2002), os quais são apresentados em três eixos: 1. formação, concepção, crenças e atitudes de professores; 2. lógica interna e articulação longitudinal e transversal de programas (referente aos programas escolares de ensino) e 3. os recursos didáticos.

Azevedo e colaboradores (2013), também elencam a formação de professores como principal obstáculo para à inserção do enfoque CTS no processo educacional, pelos problemas apresentados em seus aspectos teórico-epistemológicos e éticos. E relatam como alternativa a abordagem de questões sociocientíficas com orientação CTS, como uma forma de complementariedade e possibilidade de melhorias nos aspectos destacados.

Em consonância, Bezerra (2018) com base em Zeidler *et al.* (2002; 2005), retrata que as orientações CTS apresentam um déficit no que tange a perspectiva teórica e metodológica quanto as orientações das atividades pedagógicas do professor e conseqüentemente os processos de ensino-aprendizagem. A autora

destaca que as QSC's se tornaram centro na pesquisa e no ensino de ciências se diferenciando, principalmente, nos últimos anos, na área dos estudos CTS.

Em seus estudos, Zeidler *et al.* (2002, p. 344) apontam que a questão sociocientífica “é um termo mais amplo que engloba tudo o que o CTS tem a oferecer, ao mesmo tempo em que considera as dimensões éticas da ciência, o raciocínio moral da criança e o desenvolvimento emocional do aluno”. Ressaltam que a educação CTS, embora destaque o impacto ciência e tecnologia na sociedade, ainda assim, não exige uma atenção mais evidente às questões éticas presentes nas escolhas meios e fins e não considera o desenvolvimento moral dos alunos. O uso do termo sociocientífico seria uma tentativa de evidenciar os aspectos emocionais relacionados ao desenvolvimento da criança.

Em currículos com orientações CTS vem sendo recomendada a introdução de questões sociais, ambientais, políticas, éticas, culturais e econômicas relativas à ciência e à tecnologia, as quais geralmente são denominadas como *socioscientific issues (SSI)* traduzidas para o português como questões sociocientíficas ou temas sociocientíficos (Santos; Mortimer, 2009), são fundamentadas na ciência, na maioria das vezes controversas, complexas e abertas, abrangem temas sociais relacionados a ciência e a tecnologia originados por possíveis implicações econômicas, políticas, ambientais, éticas, entre outras, de inovações científicas e tecnológicas (Ratcliffe; Grace, 2003; Sadler, 2004a; Reis; Galvão, 2005; Simonneaux, 2007).

As questões sociocientíficas (QSC's) são apontadas como temas socialmente controversos e são definidas de forma semelhante por alguns autores, os quais retratam a natureza, as principais características e os aspectos sociocientíficos envolvidos nas questões (Ratcliffe; Grace, 2003; Sadler, 2004a; Sadler; Zeidler, 2005; Reis; Galvão, 2005; Simonneaux, 2007; Martínez Pérez; Carvalho, 2012; Santos; Silva; Silva, 2018).

De acordo com Sadler (2004a, p.514, tradução nossa), as QSC's “são dilemas complexos, abertos, muitas vezes controversos, sem respostas definitivas”, abrangem questões sociais que possuem relações conceituais ou tecnológicas com a ciência e envolvem a elaboração de argumentos válidos e opostos com base em diversas perspectivas para responder aos dilemas sociocientíficos. O autor afirma que estas questões foram denominadas como questões sociocientíficas por envolverem como plano central os aspectos sociais e científicos, a dimensão da ciência se torna indissociáveis da sociedade em que são suscitados, os assuntos descritos pelas

QSC's exibem uma única categoria de interesse social, envolvendo efeitos e consequências.

Simonneaux (2007, p. 180), ao discutir as QSC's apresenta algumas semelhanças das concepções propostas por Sadler (2004a). Compreende que o ensino de QSC “envolve lidar com problemas complexos, abertos, mal estruturados e discutíveis”. Salienta que estas questões retratam dilemas sociais relacionados com a ciência e são controversas que abordam pontos de vistas conflitantes com implicações em um ou mais dos seguintes campos: biologia, sociologia, ética, política, econômica e meio ambiente. E ainda, afirma que a natureza controversa dessas questões é referente ao grau de incerteza envolvido a muitas delas.

Sadler e Zeidler (2005), também ressaltam que as QSC's são representadas como diversos dilemas sociais com relações conceituais, processuais ou tecnológicas com a ciência, geralmente envolvendo produtos ou processos da ciência criando debates ou controvérsias.

Reis e Galvão (2008), enfatizam esses impactos dos processos científicos que desencadeiam os debates sociais. Ao evidenciar que as QSC's são temas relacionados às interações entre ciência, tecnologia e sociedade, estes assuntos polêmicos são desencadeados por possíveis impactos sociais dos avanços científicos e tecnológicos, dividem as opiniões da comunidade de cientistas e da própria sociedade de uma forma geral, e para resolvê-los os cidadãos com base em seus valores alternativos apresentam interpretações e diferentes propostas de resoluções. Em conformidade, Reis e Galvão (2005, p.137) destacam que:

As questões sociocientíficas consistem em controvérsias sociais suscitadas pelas eventuais implicações (econômicas, políticas, ambientais, éticas, etc.) de inovações científicas e tecnológicas e não em disputas acadêmicas interna e restritas à comunidade científica (por exemplo, entre os apoiantes de teorias e modelos científicos concorrentes).

Ratcliffe e Grace (2003) consideram que uma QSC é fundamentada na ciência e causa um impacto em grandes proporções na sociedade. Esses autores apresentam algumas características considerando como a natureza destas questões, ao apontarem que as QSC's: têm uma base na ciência; envolvem a formação de opiniões para escolhas pessoais ou sociais; são apresentadas frequentemente na mídia; tratam com informações incompletas; contempla dimensões ordem locais, nacionais e globais; envolvem análises de custo-benefício; podem envolver questões de desenvolvimento sustentável; relacionam valores e raciocínio ético; podem exigir

alguma compreensão de probabilidade de risco; e são na maioria das vezes transitórias.

Bezerra (2018), ressalta que exemplos de QSC's que abordam as características citadas pelos autores são as mudanças climáticas, a manipulação genética, crise energética ou problemas locais e pessoais enfrentados pelos cidadãos que demandem seus posicionamentos acerca das situações enfrentadas.

Em perspectiva semelhante a Ratcliffe e Grace (2003), Martínez Pérez e Carvalho (2012) afirmam que as questões englobam controvérsias acerca de temas sociais que envolvem conhecimentos científicos atuais e, por sua vez, geralmente são abordados nos meios de comunicação de massa. Afirmam que a participação ativa dos estudantes e o seu desenvolvimento social e pessoal podem ser promovidos a partir da inserção, em aulas de ciências, de controversas relacionadas a dimensões científicas, tecnológicas, políticas e ambientais como é o caso de questões como a clonagem, manipulação de células-tronco, transgênicos, entre outros.

Outros autores, também ao discutir as QSC's, fazem destaque destes temas como, por exemplo, Sadler e Zeidler (2005) que ressaltam que as questões sociocientíficas são decorrentes de inovações biotecnológicas como a clonagem, células-tronco e alimentos geneticamente modificados, os desafios ambientais como as mudanças climáticas, entre outros. Essas temáticas citadas acima foram e algumas delas ainda são alvo de debates na sociedade. Nos dias atuais, no cenário mundial, ainda nos deparamos com o debate acerca das mudanças climáticas e de outras problemáticas ambientais, como desmatamento e poluição hídrica, entre outras.

Embora a sociedade suporte o surgimento dessas questões e se mantenha disposta em lidar/adaptar com os efeitos desencadeados, mesmo assim essas questões científicas com implicações sociais continuarão emergindo e avançando. Estas questões enfrentadas atualmente, e que possivelmente podem evoluir ainda mais no futuro, são provenientes dos avanços no campo da ciência, somados aos problemas ambientais que são desencadeados por ações humanas (SADLER, 2004a).

Sendo assim, devido a crescente relevância das questões sociocientíficas para discussão de temas emergentes na sociedade como, por exemplo, a biotecnologia e proteção ambiental, demanda a necessidade de os alunos tomarem decisões ponderadas acerca de tais temáticas e a escola deve possuir o papel de prepará-los para uma atuação cidadã informada (Simonneaux, 2007).

A tomada de decisão na QSC é realizada a partir de julgamentos de valor, alicerçada em princípios éticos e morais, considerando que para dilemas morais que estão além da escola os estudantes devem estar preparados para lidar com questões de valor, realizar julgamentos e assumir a responsabilidade por suas vidas (Santos; Silva; Silva, 2018).

Já Sadler (2004b) afirma que a tomada de decisão sociocientífica demanda no mínimo três aptidões. As aptidões propostas pelo autor enfatizam que: 1. Os sujeitos devem possuir conhecimentos necessários acerca da ciência subjacente aos problemas ou habilidades consideradas como necessárias para adquirir esses conhecimentos, 2. Os participantes de uma sociedade dependente de ciência e tecnologia devem ser socialmente e politicamente ativos e devem compreender a natureza da ciência e 3. Os indivíduos que tomam decisões sociocientíficas devem valorizar a dimensão moral e ética relacionadas aos problemas.

Santos, Silva e Silva (2018) em suas reflexões definem que as QSC englobando três elementos: possuem relação com ciência ou tecnologia; constituem-se de um dilema social, e apresentam uma controvérsia de ordem moral.

Em suas concepções para as questões sociocientíficas, Guimarães e Carvalho (2009, p.166) também ressaltam o envolvimento da moral e da ética, salientando que elas “são aquelas que envolvem a interação entre a ciência e a sociedade e valem-se de aspectos éticos e morais”.

Sadler (2004a) destaca que Kuhn (1993) considera as questões sociocientíficas como ideias para colocar em prática o raciocínio informal. E em consonância, destaca que o processo de resolução de questões complexas pode ser descrito como um raciocínio informal que expõe a produção e avaliação de posicionamentos tomados. Nesta direção, podemos evidenciar que “assim como os cientistas empregam o raciocínio informal para obter percepções sobre o mundo natural, os cidadãos comuns contam com o raciocínio informal para trazer clareza nas decisões controversas que eles enfrentam” (Sadler, 2004a, p. 514-515, tradução nossa).

De acordo com Guimarães (2011, p.16), “o raciocínio informal envolve inferências, justificação de crenças e explicações de observações. Tanto adultos como crianças realizam o raciocínio informal e ele pode ser encontrado em vários setores de nossa vida”. Ele pode ser comparado com a lógica ou com a utilização de artifícios da lógica formal.

Zeidler e colaboradores (2005) em seus estudos propõem uma estrutura teórica que deve ser considerada como um modelo conceitual provisório, o qual apresenta quatro áreas de importância pedagógica central para a abordagem de questões sociocientíficas no âmbito educacional: 1. Natureza das questões científicas, 2. Questões discursivas em sala de aula, 3. Questões culturais e 4. Questões baseadas em casos. Segundo os autores estas questões podem ser tidas como pontos de entrada no currículo de ciências que podem contribuir para o desenvolvimento moral, cognitivo e pessoal dos estudantes, e neste sentido ajudam a informar sob a perspectiva pedagógica como promover a alfabetização científica funcional.

Ao proporem as quatro áreas como componentes pedagógicos, os autores possuíam o objetivo de proporcionar aos educadores e pesquisadores uma compreensão temática de como essas áreas são simultaneamente fundamentais e interdependes. Enfatizamos que entre as áreas propostas, na quarta área que se refere as questões baseadas em casos, os autores ressaltam que estudos envolvendo casos proporcionam um forte apoio acerca da eficácia do uso de casos sociocientíficos controversos para promover habilidades de pensamento crítico e desenvolvimento moral e ético.

Diante das discussões tecidas, as quais apresentamos as definições e características das QSC's, é possível observar a relevância destas questões para se discutir temáticas emergentes que envolvem a ciência e a tecnologia e que impactam a sociedade, e assim, também evidenciamos a necessidade de abordá-las na sala de aula do ensino de ciências. Nesta perspectiva, Guimarães (2011) retrata que Zeidler *et al.* (2002) afirmam que diversos pesquisadores vêm destacando a relevância do uso de questões sociocientíficas em sala de aula para aprendizagem de conceitos científicos, desenvolvimento moral e argumentação e avaliação de informações.

2.3. ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES AOS ASPECTOS DIDÁTICO-PEDAGÓGICOS

A abordagem de questões sociocientífica, na perspectiva de ensino-aprendizagem de ciências, tem sido amplamente recomendada em pesquisas realizadas na área de ensino de ciências (Sá, 2010). Considerando que a população deve atuar ativamente na sociedade, tomando decisões sobre questões atreladas à

ciência e à tecnologia, é importante que a educação em ciências seja introduzida desde os anos iniciais abordando questões sociocientíficas para promover a construção e mobilização de conhecimentos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação e, assim, preparar crianças e jovens para uma atuação cidadã com pretensões de enfrentar as questões e problemas que emergem e afetam a sociedade (Ribeiro; Tenreiro-Vieira, 2014).

Além disso, acreditamos que as questões sociocientíficas podem despertar o interesse dos alunos em elaborar hipóteses, analisar, tomar decisões e participar ativamente dos debates sobre situações problemas. Alguns autores evidenciam que a abordagem dessas questões pode contribuir para compreensão da natureza da ciência, aprendizagem de conteúdo, entendimento das relações existentes entre a ciência, tecnologia e sociedade, desenvolvimento dos alunos em alguns aspectos e habilidades do pensamento crítico.

Ribeiro e Tenreiro-Vieira (2014, p. 101-102), em seus estudos, retratam que diversos autores reconhecem que a discussões das questões sociocientíficas podem permitir a compreensão mais profunda da natureza da ciência e seu envolvimento com a tecnologia e sociedade e podem promover “a apropriação de conhecimento científico inerente à questão, bem como para o desenvolvimento de capacidades de pensamento, designadamente de pensamento crítico, tomada de decisão, comunicação e argumentação”.

No âmbito do ensino ciências, segundo Galvão, Reis e Freire (2011), vêm sendo amplamente propostas discussões acerca de temas sociocientíficos em razão de suas eventuais potencialidades. Ressaltam em seus estudos que este tipo de abordagem envolve problemas atuais e importantes para a sociedade, podendo promover: o interesse e participação ativa dos alunos, a resolução de situações problemas a partir de competências desenvolvidas, a construção de uma concepção acerca dos interesses da ciência e da tecnologia, construção do conhecimento científico, compreensão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, e o desenvolvimento dos alunos nos âmbitos social, cognitivo, político, ético e moral.

Ademais, Ribeiro e Tenreiro- Vieira (2014) ressaltam que em toda educação escolar, e especialmente, na educação em ciências o processo de ensino deve mobilizar saberes que envolvam conhecimentos científicos e capacidades de pensamento, os quais são considerados fundamentais para promover a resolução de

questões relacionadas com a ciência e a tecnologia que estão presentes na sociedade.

Em análises realizadas por Martínez Pérez e Carvalho (2012), com um grupo de professores do ensino de ciências em serviço, é indicada a potencialidade da abordagem destas QSC's na prática do professor para promover a tomada de decisão e o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. De acordo com estes autores, a tomada de decisão no ensino de ciências envolve o desenvolvimento de habilidades próprias dos estudantes para que possam se posicionar, e para tanto a cultura do estudante deve ser levada em consideração, uma vez que tem influências em sua tomada de decisão. As discussões promovidas em sala de aula acerca de QSC's podem possibilitar o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, logo, proporcionam melhores condições para a tomada de decisão. Além da escolha da estratégia didática que será adotada para a abordagem da QSC, o professor deve estar atento a dimensão cultural que pode influenciar o aluno na forma que se posiciona na tomada de decisão. Concluem que a abordagem de QSC's pode favorecer a promoção de habilidades do pensamento crítico dos alunos, como as habilidades de propor resoluções para problemas e tomar decisões.

As discussões promovidas ao longo da abordagem em sala de aula também contribuem com a formação para a cidadania, elencados no debate aprendizagens que vão além da dimensão conceitual, ao envolver aprendizagens nas dimensões procedimentais e atitudinais (Oliveira; Mozzer; Nunes-Neto, 2017). E contribuem para o desenvolvimento dos estudantes em analisar sobre diversos pontos de vista os dilemas apresentados em sala de aula (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Diante do exposto, consideramos que a abordagem QSC pode contribuir com a promoção de processos de argumentação em sala de aula, construção de conhecimentos científicos, compreensão da natureza da ciência e da tecnologia e seu papel na sociedade, desenvolvimento moral e ético, formação cidadã dos alunos e seu desenvolvimento nos aspectos social, cognitivo, político, ético e moral, participação ativa nas discussões e o desenvolvimento de habilidades do pensamento crítico que favorecem a resolução de problemas e a tomada de decisão acerca de dilemas sociais relacionados à ciência e tecnologia .

Ressaltamos que a QSC Mudanças Climáticas, temática escolhida desta pesquisa, vem sendo abordada recorrentemente em canais de informação em massa por causar impactos potencialmente significativos na sociedade, e está diretamente

relacionada com a ciência e a tecnologia, além de envolver aspectos políticos, ambientais e éticos. E será discutida posteriormente.

3. A QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Com os avanços no campo da ciência e da tecnologia junto com a mudança nos modos de produção também surgiram os problemas ambientais e entre eles está a intensificação das mudanças climáticas. É válido destacar que, as Revoluções Industriais promoveram a expansão da produção industrial, que gerou o aumento de emissões de gases de efeito estufa na atmosfera devido aos meios de produção, que se estabeleceu a partir da introdução de máquinas a vapor, durante a primeira Revolução Industrial que teve início na segunda metade do século XVIII, baseando-se na energia a vapor do carvão para mecanizar os meios de produções que antes eram realizados de forma artesanal (Dathein, 2003; Aires; Moreira; Freire, 2017). A poluição atmosférica continuou aumentando com o uso da eletricidade e do petróleo como fontes de energia, que proporcionavam a produção em massa durante a segunda Revolução Industrial que ocorreu a partir da segunda metade do século XIX (Dathein, 2003; Aires; Moreira; Freire, 2017). Além disso, na terceira Revolução Industrial que teve início na segunda metade do século XX foi promovido o surgimento da informática e avanços nas comunicações e na quarta Revolução Industrial que teve início na primeira década do século XXI houve a produção de internet mais ubíqua e móvel, de sensores menores e mais poderosos e da inteligência artificial (Aires; Moreira; Freire, 2017).

As revoluções industriais ao expandirem o processo industrial, promoveram o aumento das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para o desencadeamento de problemas ambientais, entre os quais estão as mudanças climáticas. A produção industrial, somada a outras ações humanas como a geração de energia, a produção de alimentos pela agricultura e pecuária, o uso de transporte, o excesso de consumo, promovem o agravamento da poluição atmosférica, por serem responsáveis pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa, acarretando a intensificação desse efeito e de outros problemas ambientais como as mudanças climáticas.

As mudanças climáticas são uma QSC que vem sendo apresentada recorrentemente na mídia e discutida politicamente no cenário mundial. De acordo com a ONU (2021b), essas mudanças no clima são transformações de longo prazo nos padrões de temperatura e clima mundiais. Estão entre um dos mais importantes

temas no âmbito da política, ciência, economia e meio ambiente na atualidade, sendo consideradas como “o maior desafio da história da humanidade” segundo o professor e climatologista Carlos Nobre em conversa com o portal da Universidade Federal do Espírito Santo no ano de 2022.

Na maioria das vezes, são compreendidas como sinônimo do aquecimento global. Entretanto, há uma diferença entre esses dois termos, em razão de que segundo Carvalho, Machado e Meirelles (2011) com base no IPCC, as mudanças climáticas podem ser decorrentes de processos naturais internos ou de forças externas, como de persistentes transformações antropogênicas tanto na composição da atmosfera como no uso da terra. Já o aquecimento global se trata do aumento gradual na temperatura da superfície global, como uma das consequências do forçamento radioativo provocado pelas emissões antropogênicas. Sendo assim, ressaltam que as mudanças climáticas são um tema mais amplo, que envolve todos os fenômenos naturais que são afetados pelas mudanças no clima. Enquanto o aquecimento global é um desses fenômenos que estão relacionados com as mudanças climáticas, mais especificamente, com a elevação média da temperatura do planeta. Embora haja diferença entre esses dois termos, ambos estão interligados por meio da constante relação de causa e efeito (Carvalho; Machado; Meirelles, 2011).

O planeta Terra enfrenta diversos impactos ambientais relacionados às mudanças no clima. O relatório da Organização Meteorológica Mundial, segundo publicação da ONU (2023a) realizada em 2023, aponta em seus estudos que os últimos oito anos foram os mais quentes já registrados, com o aumento do nível do mar e o aquecimento dos oceanos atingindo novos recordes. Alerta que o agravamento dessas mudanças no clima provocou mais secas, inundações e ondas de calor em várias partes do mundo, ameaçando vidas e meios de subsistência. Diante desse cenário, se torna cada vez mais necessário promover discussões sobre os problemas relacionados as mudanças climáticas, suas causas, efeitos e ações propostas para minimizar os impactos causados.

3.1. A PROBLEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS TRATADOS/ MANIFESTAÇÕES INTERNACIONAIS

Na atualidade, o conhecimento científico acerca dos efeitos adversos do fenômeno das mudanças climáticas aumentou de forma significativa, mesmo que ainda haja incertezas a respeito da dimensão e ocorrência dos riscos. Considerando isso, são adotadas atitudes de precaução tidas como obrigações internacionais que devem ser seguidas como orientações para enfrentar os problemas (Diz; Siqueira, 2021).

Esta preocupação com os riscos à sustentabilidade e ao meio ambiente, provocados pelas mudanças no clima, não é recente, uma vez que reuniões para discutir soluções para tais problemas já vêm sendo promovidas há cerca de três décadas. Visando a necessidade de se tomar medidas internacionais para frear ou minimizar os impactos adversos sobre ecossistemas e pessoas (Diz; Siqueira, 2021), e para promover um desenvolvimento social e econômico sustentável.

Evidenciando a importância dos acordos internacionais para propor normas e ações para minimizar os problemas acarretados pelas mudanças no clima apontamos as principais conferências e tratados internacionais firmados ao longo da história com procedimentos contra os efeitos da crise climática.

Entre os tratados internacionais sobre as mudanças no clima, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (United Nations Framework Convention on Climate Change - UUFCCC), resultou da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, reunião realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992 (Diz; Siqueira, 2021). Segundo o Ministério do Meio Ambiente do Brasil, essa conferência, também denominada de Rio 92, foi composta por representantes de 179 países, que consolidaram uma Agenda global, para minimizar os problemas ambientais mundiais. Nessa conjuntura, foi estabelecida a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, que possuía o objetivo de estabilizar a concentração de gases provocadores do efeito estufa emitidos na atmosfera, impedindo a interferência de ações humanas perigosas para o planeta.

Em 1997 foi aprovado o protocolo de Kyoto, durante a 3ª Conferência das Partes (COP 3) da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada na cidade de Kyoto no Japão. Foi o primeiro tratado internacional para controlar a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera (Brasil, 2009). Na

ocasião, ficou estabelecida como meta a redução de 5,2% com relação a 1990, na emissão de gases poluentes, em especial, por parte dos países desenvolvidos industrialmente. A redução deveria ser alcançada no período de 2008 a 2012, tendo sido o protocolo assinado por 84 países e defendia a criação de formas de desenvolvimento sustentável para garantir a preservação do planeta (Brasil, 2009).

O protocolo de Kyoto só entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, porém os debates continuaram e as partes se anteciparam ao planejar novas ações futuras após a expiração do prazo de compromisso. As Conferências das Partes da Convenção e até mesmo as Reuniões das Partes do Protocolo, serviram de palco para as diversas dissonâncias através de planos de ação e acordos, documentos que abriram caminho para propor o Acordo de Paris (Oliveira, 2019).

Em junho de 2012, a conferência realizada no Rio de Janeiro, denominada de Rio +20, não apresentou nenhum avanço significativo em relação a Rio-92. Se manteve o desafio de promover o desenvolvimento sustentável na sociedade, prevalecendo os anseios de buscar uma sociedade globalmente sustentável (Guimarães; Fontoura, 2012).

Diante da grande resistência no enfrentamento das mudanças no clima, em 2015, durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21) é apresentado o acordo de Paris, o qual só entrou em vigor no ano de 2016 (Bizawu; Rodrigues, 2017; Oliveira, 2019). O acordo tinha como objetivo principal fortalecer o compromisso dos países contra as mudanças climáticas, mantendo um aumento da temperatura global neste século bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e buscando esforços para limitar o aumento da temperatura até mais de 1,5° C. Para alcançar estas metas são estabelecidos fluxos financeiros, um novo quadro de tecnologia e de capacitação, apoiando as ações de países em desenvolvimento e de países vulneráveis (Bizawu; Rodrigues, 2017).

Durante duas semanas, entre os meses de outubro e novembro de 2021, reuniram-se ativistas, líderes mundiais e cientistas para a Cúpula do Clima das Nações Unidas, esse evento foi apresentado com frequência nos canais de comunicação em massa.

A 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 26), ocorreu, no Reino Unido, em Glasgow na Escócia, reunindo funcionários dos governos e líderes empresariais para discutir sobre as mudanças no clima e os grandes impactos ambientais causados, com o objetivo de firmar compromissos com os

líderes políticos para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, enquanto os cientistas analisavam formas de investigar os impactos e propor potenciais soluções climáticas (Tollefson, 2021).

O Brasil em 2020 registrou a maior emissão de CO₂ desde 2006, e durante a COP 26, o ministro do meio ambiente Joaquim Leite, representando o Brasil, anuncia o compromisso do país de aumentar a meta de redução de gases poluentes de 43% para 50 % até o ano de 2030 e de zerar o desmatamento ilegal até o ano de 2028 (Passarinho, 2021).

Em um novo relatório emitido pelas Nações Unidas, segundo publicação da ONU (2021c), é previsto que pelo menos até metade do século XXI, diante do atual cenário de emissões de gases, que a temperatura global da superfície da terra continue aumentando. Se não houver uma considerável redução nas emissões de CO₂ e de outros gases poluentes causadores do efeito estufa nos próximos anos poderá ocorrer ainda um aquecimento global acima de 1,5 °C e 2 °C até o fim deste século. Pode levar de 20 a 30 anos para a estabilização das temperaturas do planeta.

De acordo com o relatório, o aquecimento global de forma desenfreada possui influências de ações humanas. Daqui a alguns séculos, ou até mesmo milênios, as mudanças causadas pelas emissões de gases provocadores do efeito estufa em momentos passados e futuros poderão causar danos irreversíveis ao nosso planeta, as alterações mais evidenciadas serão nos oceanos, no nível do mar e nas geleiras.

Adicionalmente, no novo Relatório Global do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), de acordo com publicação da ONU (2021a), é relatado que danos como o aumento contínuo do nível do mar podem permanecer irreversíveis por séculos ou milênios. O aquecimento, frequentes ondas de calor, a acidificação das águas e a diminuição dos níveis de oxigênio nos mares, são mudanças nos oceanos que afetam os ecossistemas e as pessoas que dependem deles para sua sobrevivência, e é previsto que estes efeitos continuem progredindo até pelo menos o restante deste século. Com a elevação da temperatura para 1,5°C poderão ser desencadeadas mais ondas de calor e maior duração das estações quentes e menor duração das estações de frio. E se porventura o aquecimento global ser elevado para 2°C ocorrerão fenômenos ainda mais críticos nas áreas da agricultura e saúde, devido aos padrões de aridez e umidade.

Ademais, segundo esse relatório, as mudanças climáticas não se limitam ao aumento de temperatura. Elas também estão intensificando a produção natural de

água, acarretando chuvas mais intensas, inundações e secas mais drásticas em algumas regiões. Ressalta o alerta de que o aumento da temperatura também afeta os padrões de precipitação, sendo provável que em altas latitudes a precipitação aumente, enquanto em grandes partes das regiões subtropicais é previsto que diminua.

Além disso, retrata que ao longo do século XXI as áreas costeiras se depararão com o aumento contínuo do nível do mar, colaborando para a ocorrência de inundações mais frequentes e severas em áreas mais baixas e erosão costeira. Eventos extremos relacionados ao nível do mar que antes ocorriam uma vez a cada 100 anos podem ocorrer uma vez ao ano até o final deste século. O relatório também aponta que o aquecimento global ampliará o degelo dos solos congelados, a perda de cobertura de neve sazonal, o derretimento das geleiras e a perda do gelo marinho do Ártico no período de verão.

Segundo publicação da ONU (2022a), em um novo relatório divulgado em janeiro de 2022, publicado cerca de 100 dias após a COP 26, os cientistas do Painel Intergovernamental da ONU sobre Mudança Climática, relatam que o aquecimento global vem causando danos irreversíveis a natureza. António Guterres, Secretário Geral da ONU, afirma que é um “atlas do sofrimento humano e uma prova do fracasso da liderança sobre o clima” e evidencia que são previstas catástrofes devido ao aumento das emissões de gases poluentes.

Nos próximos 20 anos, devido ao aquecimento global, o mundo poderá enfrentar o colapso nos ecossistemas, a extinção de algumas espécies, ondas de calor fatais e enchentes que estão entre os perigos inevitáveis. Os dados do relatório trazem evidências mais claras que as pessoas e o mundo estão sendo afetados pelas mudanças no clima. O Secretário Geral afirma que, com os acordos atuais, as emissões podem subir na próxima década para 14%, tornando-se uma catástrofe e destruindo a possibilidade de garantir a temperatura de 1,5°C desejada. E faz um apelo aos países do G-20, no qual o Brasil está inserido, para que não financiem o carvão e as grandes empresas de gás e petróleo, para alcançar grandes cortes nas emissões de poluentes.

As COPs são as maiores e mais importantes conferências anuais para discutir o clima do planeta de acordo com publicação da ONU (2022b). E a mais nova reunião foi a COP 27, sendo realizada em novembro de 2022 em Sharm el-Sheikh, no Egito. Segundo publicação da ONU (2022c), a conferência reuniu mais de 35 mil pessoas,

estando presentes representantes de governo, observadores e a sociedade civil. Diante dos desastres climáticos os países em desenvolvimento fizeram fortes apelos para criação do “fundo de perdas e danos”, como uma forma de compensar os países mais vulneráveis aos impactos climáticos e que em contrapartida são os que menos contribuíram para a crise climática. No entanto, ainda se debate como esse mecanismo será financiado, e a pretensão de financiamento pós-2025, além do denominado programa de trabalho de mitigação que reduziria as emissões de forma mais rápida, catalisaria ações impactantes e asseguraria garantias que os principais países vão tomar medidas imediatas para nos manter na direção dos 1,5 °C.

Além disso, de acordo com esta publicação, embora esse acordo de financiamento de perdas e danos tenha sido um avanço para os mais vulneráveis, ainda assim, ocorreu pouco avanço na COP 27 em relação a outros fatores relevantes relacionados às causas do aquecimento global, de modo particular acerca da eliminação gradual de combustíveis fósseis e discurso mais rígido sobre a necessidade de limitar o aquecimento global a 1,5 °C.

3.2. OS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AÇÕES PARA MITIGAR OS IMPACTOS AMBIENTAIS

As mudanças climáticas, segundo publicação da ONU (2022d), são causadas por geração de energia, fabricação de produtos, desmatamento florestal, uso de transporte, produção de alimentos, energia dos edifícios e excesso de consumo. E como efeitos dessas ações são desencadeadas temperaturas mais altas, tempestades severas, aumento da seca, um oceano mais quente e maior, perda de espécies, falta de comida suficiente, mais riscos para saúde da população, pobreza e deslocamento.

O Painel Intergovernamental do Clima lançou um relatório síntese sobre Mudança Climática em 2023, de acordo com publicação da ONU (2023b), o relatório relata que a temperatura média mundial já se elevou para 1,1°C, ficando acima dos níveis pré-industriais, sendo efeito da queima de combustíveis fósseis realizada por mais de um século e da utilização desordenada e insustentável de energia e do solo. Com o aumento da temperatura também é elevada a frequência e a intensidade dos eventos climáticos extremos, os quais causam impactos, cada vez mais, perigosos à população e à natureza nas regiões do mundo inteiro. O IPCC também alerta que com

o aumento das temperaturas o efeito que pode ser causado é o agravamento da insegurança alimentar e hídrica em todo o planeta.

De acordo com esse relatório síntese do IPCC, para que as temperaturas médias permaneçam em 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais, que foi uma meta lançada no Acordo de Paris, é preciso que reduções profundas, rápidas e sustentadas das emissões de gases de efeito estufa em todos os setores ao decorrer desta década. E é preciso que as emissões caiam imediatamente e devem ser reduzidas quase a metade até o ano de 2030, para ter a possibilidade da meta ser cumprida.

O IPCC aponta como uma solução o “desenvolvimento resiliente ao clima”, nesta proposta está envolvida a inserção de medidas de adaptação às mudanças no clima com ações para reduzir ou até evitar as emissões de gases que provocam o efeito estufa de uma maneira que possibilite benefícios mais amplos aos setores econômico e social e distribuídos de forma igual. Ainda aponta que a expansão de acesso à energia limpa, eletrificação com baixa emissão de carbono, promoção de transporte com zero ou baixa emissão de carbono e a melhoria na qualidade do ar, como exemplos de soluções que devem ser adotadas para proporcionar benefícios para saúde e qualidade de vida da população.

Nesta publicação é apontada a fala de Christopher Trisos, um dos autores do relatório, que ressalta que os maiores beneficiados com a redução dos riscos climáticos serão as comunidades de baixa renda e marginalizadas, inclusive para as pessoas que vivem em assentamentos informais. Ele adicionalmente enfatiza que a aceleração das ações climáticas só se dará por meio do aumento do financiamento. Nesta direção, o texto publicado relata a relevância da participação dos governos no financiamento, os considerando como fundamentais para a redução das emissões de gases de efeito estufa, a partir do financiamento públicos, e ainda, com a intensificação de medidas políticas que demonstrem eficácia para alcançar energia limpa.

Ademais, em publicação da ONU (2021b) sobre as mudanças climáticas, são propostas três categorias de ação retratadas como: redução das emissões, adaptação aos impactos climáticos e financiamento dos ajustes necessários. A redução das emissões, por exemplo, pode ocorrer ao mudar os sistemas de energia de combustíveis fósseis para renováveis, como a energia solar ou eólica, favorecendo a diminuição das emissões de gases poluentes que impulsionam as mudanças

climáticas. Já a adaptação às consequências climáticas protege as pessoas, casas, empresas, meios de subsistência e ecossistemas naturais, de impactos atuais e de possíveis impactos futuros. Sendo necessária a adaptação em todos os lugares, porém deve ser priorizada para as pessoas mais vulneráveis e que possuem menos recursos para enfrentar as ameaças climáticas. E o financiamento se trata de uma parte importante para os ajustes necessários da ação climática, que requer investimentos financeiros por parte de governos e empresas.

3.3. OS QUE MAIS SOFREM COM OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS NO CLIMA

Os impactos provocados pelas mudanças climáticas vêm provocando sérios danos aos seres humanos em diversas regiões e aos ecossistemas. O IPCC no Relatório Síntese sobre Mudanças Climáticas, de acordo com publicação da ONU (2023b), retrata as perdas e danos que as mudanças climáticas vêm causando em uma dimensão global, relata que os desastres naturais estão atingindo especialmente as pessoas mais vulneráveis e os ecossistemas mais frágeis como, por exemplo, os manguezais, áreas costeiras e semidesérticas.

De acordo com Alvalá e Barbieri (2017), os desastres naturais ocorrem em lugares nos quais a população está mais exposta e vulnerável aos eventos climáticos e hidro meteorológicos. No entanto, evidenciam que a urbanização, planejamento urbano, mudanças no uso da terra e gerenciamento de recursos naturais como água, influenciam na dimensão do impacto do desastre que pode acarretar prejuízos econômicos e em casos mais extremos podem provocar perdas de vidas. E elencam que fatores de risco como a pobreza, investimentos precários para prevenção, a ruim administração, entre outros, podem fazer com que a população esteja ainda mais vulnerável aos impactos climáticos.

Nesta perspectiva, as consequências das mudanças climáticas são ainda mais graves para população urbana marginalizada como os moradores de periferias que vêm sofrendo com os impactos desencadeados, por habitarem em áreas de risco que os deixam mais expostos e vulneráveis aos eventos climáticos somados aos fatores de risco como a pobreza e a falta de investimentos para prevenção que podem os tornar mais vulneráveis.

Além disso, nos deparamos com as etnias vulnerabilizadas que sofrem com o “racismo ambiental”, um tema que surgiu no campo de debates e estudos sobre justiça

ambiental, como um clamor do movimento negro estadunidense e que se tornou um programa de ação do governo federal dos Estados Unidos (Herculano; Pacheco, 2006). Segundo Herculano (2008, p.16) “o racismo ambiental não se configura apenas por meio de ações que tenham uma intenção racista, mas igualmente por meio de ações que tenham impacto racial, não obstante a intenção que lhes tenha dado origem”. Destaca que o conceito de “racismo ambiental” se refere às injustiças ambientais e sociais que recaem de forma desproporcional sobre etnias vulnerabilizadas.

Conforme Herculano (2008), a injustiça ambiental é compreendida como o mecanismo pelo qual as sociedades desiguais destinam a maior carga dos danos ambientais desencadeados pelo desenvolvimento às populações de baixa renda, aos grupos sociais de trabalhadores, aos grupos raciais discriminados e às populações marginalizadas e mais vulneráveis.

Nobre (2001) retrata que boa parte da população do Brasil, está mais vulnerável às mudanças climáticas e possui uma menor possibilidade de se adaptar aos efeitos, devido à condição de baixa renda e ao baixo nível de escolaridade. O referido autor afirma que os países em desenvolvimento são os mais vulneráveis às mudanças climáticas e ambientais, as populações mais pobres seriam as mais afetadas, já que a degradação ambiental sempre atinge com mais impacto os mais pobres e excluídos. Salaria a necessidade de identificar as vulnerabilidades da sociedade, entre elas as das atividades agrícolas e dos ecossistemas, vulnerabilidades que podem deixar em risco a produção de alimentos, a qualidade dos recursos hídricos e do ar e a biodiversidade, estas ações devem ser realizadas antes de ter a certeza das mudanças climáticas de grandes proporções que podem ocorrer no Brasil.

3.4. AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS COMO UMA QSC NO CONTEXTO EDUCACIONAL

Diante das considerações realizadas, podemos ressaltar que as mudanças climáticas são um dos maiores problemas ambientais do nosso século, que causam diversos impactos em todo o mundo, ameaçando e afetando o bem-estar humano, a biodiversidade e os ecossistemas. Estão intimamente relacionadas com os fatores sociais, econômicos, políticos, éticos e ambientais.

Antes se tinha uma visão controversa acerca das mudanças climáticas quanto as suas causas, as discussões acerca disso ocorreram durante anos. No entanto, atualmente esta perspectiva foi superada, pois com os estudos científicos já se tem a comprovação de que as ações humanas influenciam no desencadeamento deste problema, como podemos evidenciar nos relatórios publicados pela ONU, os quais já citamos neste trabalho.

As mudanças climáticas permanecem como uma problemática social e apresentam questões controversas acerca das ações propostas para minimizar os impactos. Como exemplo podemos citar, as perdas e danos e o crédito de carbono que vêm sendo foco de discussões controversas e desafiadoras.

Acerca das perdas e danos são desencadeadas divisões de opiniões de como e quem deve assumir a culpa do problema, essa é uma questão controversa que foi alvo de debates na COP 27. Como já havíamos discutido neste capítulo no subtópico 3.1, segundo publicação da ONU (2022c), o conceito “perdas e danos” foi debatido durante a COP27, quando os países que participaram da conferência chegaram a um acordo sobre a criação de um mecanismo de financiamento para recompensar as nações mais vulneráveis por essas questões provocadas pelas mudanças no clima. É evidenciado na publicação que os países em desenvolvimento fizeram apelos para criação de um fundo de perdas e danos, ressaltando como uma forma de compensar as nações mais vulneráveis aos desastres climáticos.

Mas, de acordo com publicação de Ramirez (2022), as “perdas e danos” não é uma nova questão, já que os países em desenvolvimento e pequenas ilhas fazem pressão por este fundo desde o ano de 1991. Retrata que são uma questão controversa há anos, pelo fato de que países mais ricos como os Estados Unidos da América temem em concordar com a criação de um fundo de perdas e danos visando que isso possa abrir brechas para a responsabilização legal e para ações judiciais futuras.

Ramirez (2022) relata que o conceito de perdas e danos se refere ao apagamento da responsabilidade dos países que mais contribuíram com a aceleração das mudanças climáticas, ao realizarem grandes emissões de gases que provocam o aquecimento do planeta, e dos países mais pobres que sofrem com os desastres climáticos e que pouco contribuíram para o desencadeamento do problema, para que possam se recuperar dos impactos.

Reforçando esta visão de perdas e danos como um assunto controverso, destacamos que Cuéllar (2022), também ressalta que o financiamento por perdas e danos estava sendo uma das questões mais controversas na COP 27, realizada no Egito. Enfatiza que para países em desenvolvimento, essa questão é um tema central.

Sobre o crédito de carbono são apresentadas concepções distintas e divisões de opiniões entre especialistas, em relação aos seus benefícios e eficiência para solucionar o problema. O crédito de carbono surgiu com o Protocolo de Kyoto, que tornou o carbono como uma moeda de troca após os países assinarem o acordo, os países que reduzem suas emissões de carbono obtêm o crédito e os negociam com os países poluidores. Para cada tonelada de carbono reduzida o país recebe um crédito, sendo assim, o crédito de carbono varia de acordo com a quantidade reduzida de emissões (Brasil, 2009).

Em publicação realizada por Ueno (2023) no site do jornal da USP, são apresentadas falas de um professor e de uma pesquisadora sobre o crédito de carbono. O professor Ariaster Chimeli, do departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária da USP, afirma que a ideia do crédito de carbono é atribuir preço na poluição e o considera como “[...] um dos incentivos mais poderosos para mudança de comportamento, de consumo e de produção é o preço”. E adicionalmente, a pesquisadora Débora Sotto, do Centro de Síntese USP Cidades Globais do Instituto de Estudos Avançados da USP, considera a precificação como uma ferramenta para alcançar as metas estabelecidas pelo IPCC e o acordo de Paris, destaca que o crédito de carbono é relevante para “[...] zerar as emissões líquidas de carbono geradas pelas atividades econômicas e, dessa maneira, garantir que o aumento global da temperatura se mantenha dentro daqueles níveis considerados seguros pelo IPCC, pelo Acordo de Paris”.

Já por outro lado, Song (2019), com reportagem adicional de Paula Moura, em publicação na Propublica, retrata que pesquisou projetos de créditos de carbono realizados nas últimas duas décadas no mundo inteiro. Realizou a revisão de pesquisas acadêmicas desenvolvidas em florestas remotas, estudos com pouca divulgação, relatórios de governos estrangeiros e documentos técnicos. E contando com a ajuda da análise de satélite para identificar o quanto de cobertura florestal ainda restava de um projeto que iniciou em 2013 vendendo créditos, verificou que quatro anos depois havia floresta em apenas metade das áreas. Conclui que os créditos de

carbono não compensam a quantidade de poluição que deveriam, ou até mesmo trouxeram benefícios que de forma rápida foram revertidos ou não foi possível dimensioná-los com precisão. Ressalta que os poluidores conseguiram “um passe livre de culpa para continuar emitindo CO₂”, no entanto a preservação da floresta que deveria ser equilibrada não ocorreu ou não prevaleceu. Nesta direção, pode-se compreender que os créditos de carbono para preservação florestal podem não ser tão eficazes.

Ainda, as mudanças climáticas podem surgir atualmente como um tema que divide opiniões no sentido de a quem interessa, uma vez que alguns se interessam pelo tema e o acham relevante já outros não se importam. Não existe o consenso que todos tenham o interesse, embora que todos sejam afetados, em maiores ou menores proporções.

Desse modo, é evidente que existe controvérsia em torno da QSC Mudanças Climáticas quando nos deparamos com as concepções distintas e divisões de opiniões a respeito das ações propostas para mitigar os efeitos e impactos desencadeados.

Ademais, as mudanças climáticas são um tema ambiental, atual, presente na sociedade, sendo discutida mundialmente e frequentemente abordada nos canais de informação, envolvem conhecimentos científicos e tecnológicos, estão relacionadas a diversos aspectos econômicos, ambientais, éticos e políticos e a questões relativas ao bem-estar social que demandam a tomada de decisão por parte dos cidadãos.

Nesta perspectiva, diante das características citadas podemos afirmar que as mudanças climáticas são uma Questão sociocientífica, visto que representa um dilema social de ciência e a tecnologia, frequente na mídia e, na maioria das vezes, envolvendo controvérsias com implicações políticas, éticas, jurídicas, ambientais e econômicas (Sadler, 2004a; Martínez Pérez; Carvalho, 2012; Reis; Galvão, 2005).

É importante ressaltar que, a partir dessa QSC, é possível discutir os conhecimentos científicos e tecnológicos como, por exemplo, reações exotérmicas, efeito estufa e sua intensificação, aquecimento global, ciclos biogeoquímicos, entre outros. E adicionalmente, destaco a relevância de se discutir esta problemática que está presente em nossos cotidianos, que afeta o meio ambiente e nossas vidas de diversas maneiras. À vista disso, é necessário possuir conhecimento sobre o problema e suas dimensões, como afeta o nosso cotidiano e o mundo, para que então possamos compreender ou até mesmo propor ações que podem ser tomadas pela

sociedade e pelo poder público para mitigar as problemáticas presentes no nosso contexto relacionadas com os impactos e efeitos das mudanças climáticas.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA COM INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA

No presente capítulo apresentamos o percurso metodológico que trilhamos ao longo desta investigação, considerando o problema de pesquisa, os objetivos propostos neste trabalho e os fundamentos teóricos que embasaram essa investigação.

O percurso de pesquisa é composto pelos seguintes subtópicos: o tipo de pesquisa com intervenção; campo e atores sociais da pesquisa; procedimentos e instrumentos de constituição de dados; formas de análise dos dados; e ética na pesquisa.

Quanto à intervenção didático-pedagógica apresentamos: a construção da sequência didática com abordagem da QSC Mudanças Climáticas utilizando-se o caso interrompido, a FACTS como ferramenta de planejamento e os três momentos pedagógicos como referência de organização das atividades de ensino. Em seguida, apresentamos na íntegra o planejamento ideal da sequência didática.

4.1. O TIPO DE PESQUISA COM INTERVENÇÃO

Esta é uma pesquisa de natureza interventiva, caracterizada como de aplicação, considerando que as prioridades de estudo são totalmente delimitadas pelo pesquisador, buscando colocar limites no processo desenvolvido que envolve o planejamento, aplicação e análise dos dados coletados (Teixeira; Megid-Neto, 2017). A presente pesquisa pode contribuir na construção de novos conhecimentos e significados a partir de práticas pedagógicas e recursos didáticos.

Segue uma abordagem qualitativa dos dados, possuindo o interesse de interpretar os dados coletados durante as aulas, preocupando-se com todo o processo de tratamento e não apenas com os resultados. Procura compreender o objeto de estudo, os aspectos da realidade e seus significados (Silveira; Córdova, 2009; Triviños, 1987). De acordo com Minayo (2009), a pesquisa qualitativa trabalha com realidades que não podem ser quantificadas. Envolve um conjunto de fenômenos (significados, motivos, valores, crenças e atitudes) que são compreendidos como parte da realidade social.

Possui objetivos de uma pesquisa descritiva, visto que busca descrever as características de uma população inserida em uma determinada realidade (Triviños, 1987; Gil, 2008). A pesquisadora registra esses fatos observados, ordenando os dados sem interferências ou manipulações. Para a coleta de dados pode utilizar como instrumentos: questionário, entrevistas, formulário, teste e observações (Pradanov; Freitas, 2013).

4.2. CAMPO E ATORES SOCIAIS DA PESQUISA

A presente pesquisa foi desenvolvida em uma Escola de Referência em Ensino Médio da rede pública do estado de Pernambuco, que fica localizada na Zona da Mata Norte do estado. A escolha desta escola como campo de pesquisa ocorreu devido a pesquisadora possuir contato com a gestão escolar e já possuir laços com o campo de pesquisa, pois foi nesta escola que estudou algumas séries do ensino fundamental, cursou os três anos do ensino médio, realizou o estágio obrigatório supervisionado e durante o período de estágio desenvolveu uma intervenção com o objetivo de analisar os resultados da prática pedagógica no trabalho de conclusão de curso da graduação em Licenciatura Plena em Química.

Os atores sociais envolvidos nesta investigação são estudantes matriculados no 2º ano do ensino médio. As turmas são compostas por cerca de 40 estudantes com faixa etária entre 15 e 17 anos de idade. A escolha do público se deu pelo fato de os alunos já possuírem alguns conhecimentos básicos de química, o que se considerou um aspecto facilitador para se discutir o tema das mudanças climáticas.

4.3. PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE CONSTITUIÇÃO DE DADOS

A constituição de dados integrou um conjunto de procedimentos e instrumentos: observações da pesquisadora com diário de bordo; atividades escritas dos alunos, discussões orais em sala de aula e grupo focal, as quais foram apreendidas com gravação de áudio.

Observações: As observações foram realizadas ao longo do processo de intervenção em sala de aula. Marconi e Lakatos (2003), consideram a observação como uma técnica de coleta de dados que utiliza os sentidos para compreender os

aspectos de uma determinada realidade. A observação é uma técnica que permite descrever os fatos que vemos, além disso, possibilita compreender as relações, debates e interações ao longo da pesquisa. Segundo Gil (2008), a observação possui grande relevância no processo de pesquisa, os dados podem ser identificados diretamente sem nenhum tipo de intermediação. Na etapa de coleta de dados o seu papel se torna ainda mais evidente, sendo articulada a outras técnicas.

O diário de bordo foi utilizado com a finalidade de anotar os pontos e elementos observados no campo de investigação. De acordo com Oliveira (2014), o diário de campo é um instrumento para o registro de informações e de temporalidades vivenciadas no cotidiano ao decorrer da pesquisa. Os aspectos registrados no diário permitem potencializar a compreensão dos movimentos cotidianos dos integrantes da comunidade e do âmbito escolar.

Atividades escritas dos alunos: As atividades a que nos referimos são as questões de reflexão, interpretação de charges e situação problema referente ao caso apresentado, sendo desenvolvidas durante o momento de aplicação do conhecimento. Essas discussões permitiram que os participantes respondessem de acordo com seus próprios argumentos, favorecendo a argumentação e a mobilização de conhecimentos dos participantes da pesquisa.

Discussões orais em sala de aula: A sala de aula é um espaço de convivência que permite diálogo e discussões sobre os assuntos tratados, especialmente quando se trata de temáticas com potencial de dissensos e controvérsias como uma QSC. Utilizamos as discussões como procedimento de constituição dos dados, pois a partir delas podemos identificar formas de pensar e posicionamentos dos alunos. Em particular, foram analisadas as discussões referentes ao caso em diferentes momentos pedagógicos.

Já a gravação de áudio foi um instrumento que possibilitou a coleta de conteúdo das discussões e do debate realizado no grupo focal. Com a gravação eletrônica e posterior transcrição o conteúdo coletado foi resguardado, porém é relevante ressaltar que o uso do gravador só pode ser feito com a autorização dos participantes da pesquisa (Gil, 2008), como foi feito no presente caso. O total das gravações foram 7 horas e 10 minutos, havendo transcrições dos momentos de discussões.

Grupo focal: Segundo Trad (2009) destacando Kitzinger (2000), considera que o grupo focal é configurado como uma entrevista em grupo, fundamentada na interação e comunicação. Busca a partir de um grupo de participantes selecionados unir informações detalhadas a respeito de um tema específico que pode ser sugerido pelo pesquisador ou moderador, com a pretensão de que as informações coletadas favoreçam a compreensão de atitudes e percepções acerca de uma temática (Trad, 2009). Da mesma forma que as discussões orais em sala de aula, as conversas do grupo focal foram registradas através de gravações de áudio e, posteriormente, transcritas para análise textual e discursiva.

O conjunto dos procedimentos e instrumentos permitiram a identificação das concepções desses alunos a respeito da problemática em questão que envolve a QSC mudanças climáticas, tanto concepções prévias quanto argumentações mais elaboradas após as reflexões e discussões que ocorreram em sala de aula.

4.4. FORMAS DE ANÁLISE DOS DADOS

As análises dos dados foram conduzidas com inspirações na hermenêutica, buscando interpretar e compreender fenômenos a partir de textos e palavras, atitudes e comportamentos descritos (Sidi; Conte, 2017).

Para a análise e tratamento dos dados constituídos na pesquisa, tomamos como base a Análise Textual Discursiva (ATD), considerando que esta é uma abordagem voltada para pesquisas qualitativas, tramita entre análise de conteúdo e análise de discurso e tem sido utilizada em pesquisas de mestrado e doutorado de diferentes áreas (Moraes, 2003; Moraes; Galiazzi, 2006, Sousa; Galiazzi, 2016).

Essa técnica de análise envolve três elementos principais que são a unitarização, categorização e captação do novo emergente, os quais compõem um ciclo. O processo de análise, segundo Moraes (2003), se inicia com a unitarização também denominada como desmontagem do texto, que consiste na avaliação de forma detalhada dos fragmentos com o intuito de separá-los em unidades de significados. Adicionalmente, Moraes e Galiazzi (2006) afirmam que os conjuntos de unidades são originados a partir das interpretações realizadas pelo pesquisador.

Após a unitarização ocorre o processo de estabelecimento de relações que também pode ser denominado como categorização. São construídas relações entre as unidades, realizando a articulação e classificação das mesmas em busca de

compreender como podem ser reunidas para a formação de categorias, que são consideradas como conjuntos mais complexos (Moraes, 2003). As unidades de significados semelhantes podem ser combinadas para gerar categorias de análise (Moraes; Galiazzi, 2006).

As categorias podem ser emergentes ou *a priori* de acordo com Moraes (2003). As categorias *a priori* são propostas pelo pesquisador quando se já tem conhecimento do tema de análise, as unidades devem ser organizadas de acordo com essas categorias. Já as emergentes são elaboradas pelo pesquisador com base nas informações do *corpus*, são construídas de forma indutiva e intuitiva. O *corpus* da análise textual é constituído fundamentalmente por produções textuais, são tidos como produtos que apresentam discursos acerca de fenômenos e com base neles podem ser construídos múltiplos sentidos.

Por fim, a captação do novo emergente é promovida com a construção de metatexto com base na unitarização e categorização. Nesse momento, o metatexto é classificado como uma forma de expor as compreensões resultantes das novas articulações, como é proposto por Moraes (2003, p.191):

O metatexto resultante desse processo representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores.

O referido autor salienta que os metatextos são compostos de descrições e interpretações como um modo de apresentar as compreensões dos objetos de investigação. Nessa perspectiva, o pesquisador atua como autor de seus argumentos. As análises textuais são realizadas por meio de um conjunto de documentos que é denominado como *corpus*. O *corpus* da análise textual é constituído fundamentalmente por produções textuais, são tidos como produtos que apresentam discursos acerca de fenômenos e com base neles podem ser construídos múltiplos sentidos.

À vista disso, nesta pesquisa o *corpus* da análise textual foi constituído pelas produções textuais dos alunos e pelas transcrições de suas falas durante as aulas. Consideramos as respostas para as questões da problematização inicial propostas nos três encontros, as respostas às questões de reflexão no primeiro encontro, as interpretações para as charges no segundo encontro, as tomadas de decisões para a situação problema apresentada na terceira parte do texto do caso e as concepções

apresentadas a respeito dos questionamentos elencados na atividade do grupo focal, o qual foi realizado após o terceiro encontro em um momento extra.

Moraes (2003) ensina que as unidades de análise ou significados são sempre definidas buscando atender os objetivos de pesquisa. E quando se conhece os temas de análise previamente, as categorias *a priori*, basta separar as unidades com base nesses temas ou categorias.

Para o tratamento dos dados por meio da ATD, propomos *a priori* algumas categorias de análise com base nos referenciais teóricos para auxiliar na análise dos dados, favorecendo a identificação dos elementos do pensamento crítico que são mobilizados nas unidades de significados.

À luz dos referenciais teóricos, consideraremos como categorias *a priori* de análise para a organização das unidades algumas capacidades propostas por Torres e Solbes (2018) e as competências que uma pessoa com pensamento crítico possuiria em uma abordagem QSC, que são elencadas por Solbes e Torres (2012). Os autores Torres e Solbes (2018) consideram que o pensamento crítico é um conjunto de competências e para sua mobilização demandam algumas capacidades como: identificação, questionamento dos discursos dominantes, análise, argumentação, tomada de decisão, elaboração de conclusões, identificação de valores morais, realização de julgamento moral, e inter-relação dos conhecimentos científicos aos aspectos sociais, ambientais, políticos, econômicos, filosóficos, sociais.

Nesta investigação consideramos que essas capacidades são relevantes para a mobilização das competências que uma pessoa com pensamento crítico apresenta na abordagem QSC, conforme Solbes e Torres (2012), podendo assim ser compreendidas como competências do PC em uma abordagem QSC.

Neste viés, utilizamos os aportes teóricos para construirmos um quadro referencial com categorias de análise determinadas *a priori* a partir do compilado e adaptação de algumas capacidades e das competências que uma pessoa com PC demandaria em uma abordagem QSC que são propostas pelos autores e que nos apoiam no processo de análise dos dados.

No Quadro 1 são apresentadas as categorias de análise propostas com base nas capacidades que são destacadas por Torres e Solbes (2018):

Quadro 1- Categorias de análise originadas das capacidades propostas por Torres e Solbes (2018) e suas respectivas descrições

Capacidades propostas por Torres e Solbes (2018)	Categorias de análise originadas das Capacidades	Descrição das Categorias de análise
Identificação	Identificação	Identificação de problemas
Análise	Análise	Análise da situação apresentada
Argumentação	Argumentação	Argumentação para embasar respostas
Tomada de decisão	Tomada de decisão	Tomada decisão diante de situação problema
Elaboração de Conclusões	Conclusões	Elaboração de Conclusões
Julgamento moral	Julgamento moral	Realização de julgamento moral diante da problemática
Inter-relação dos conhecimentos científicos com aspectos ambientais, políticos, econômicos, filosóficos e sociais.	Mobilização de conhecimentos científicos e socioambientais	Mobilização ou inter-relação dos conhecimentos científicos com aspectos ambientais, políticos, econômicos e sociais.

Fonte: Autora com base em Torres e Solbes (2018).

Além do Quadro 1, propomos mais algumas categorias de análise originadas a partir de adaptações das competências que uma pessoa com pensamento crítico possuiria na abordagem QSC que são elencadas por Solbes e Torres (2012):

Quadro 2- Categorias propostas com base nas competências do PC em uma abordagem QSC segundo Solbes e Torres (2012) e suas respectivas descrições

Competências do PC em uma abordagem QSC proposta por Solbes e Torres (2012, p. 252, tradução nossa)	Categorias de análise originadas das Competências	Descrição das categorias de análise
Compreender a ciência como uma atividade humana com múltiplas relações com tecnologia, sociedade e meio ambiente e assumir a existência de problemas sociocientíficos, ou seja, controvérsias baseadas em noções científicas.	Compreensão da existência da QSC	Compreensão da existência de problemas sociocientíficos que envolvem a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.
Estar informado sobre o assunto, não limitar-se ao discurso dominante e conhecer posições alternativas. Questionar a validade de argumentos, rejeitando conclusões não baseadas em evidências, detectar falácias argumentativas, avaliar a credibilidade das fontes levando em conta os interesses subjacentes.	Apresentação de informações	Apresentação de informações sobre a situação e o conhecimento de posições alternativas.

Estudar o problema SC de forma integral, em sua complexidade, de maneira que se envolvam dimensões científicas, técnicas, éticas, culturais, sociais, econômicas, ambientais, etc.	Estudo da QSC	Estudo do problema sociocientífico de uma forma integral, relacionando aspectos científicos, tecnológicos, éticos, sociais, econômicos, ambientais e políticos.
Avaliar e fazer julgamentos éticos em torno da QSC considerando a contribuição dos mesmos para a satisfação das necessidades humanas, para a solução de problemas do mundo.	Julgamento da QSC	Realização de julgamentos éticos e avaliações em torno da QSC para atender as necessidades humanas e solucionar problemas da sociedade.
Chegar a conclusões que levem a tomar decisões informadas e a promover ações para melhorar a qualidade de vida e que são capazes de transformar a sua realidade resolvendo diferentes situações a nível pessoal, familiar e profissional.	Conclusões para a tomada de decisões	Exposição de conclusões para a tomada de decisões informadas, que favoreçam promover ações para a melhoria na qualidade de vida e a transformação social ao solucionar diferentes situações da realidade.

Fonte: Autora com base em Solbes e Torres (2012).

No Quadro 3 apresentamos o quadro referencial composto pelas categorias de análise, as quais foram propostas com base nas capacidades elencadas por Torres e Solbes (2018) e nas competências do PC em uma abordagem QSC conforme Solbes e Torres (2012):

Quadro 3- Categorias de análise e as respectivas descrições

Categorias de Análise	Descrição das categorias de Análise
1. Identificação	Identificação de problemas
2. Análise	Análise da situação apresentada
3. Argumentação	Argumentação para embasar respostas
4. Tomada de decisão	Tomada decisão diante de situação problema
5. Conclusões	Elaboração de Conclusões
6. Julgamento moral	Realização de julgamento moral diante da problemática
7. Mobilização de conhecimentos científicos e socioambientais	Mobilização ou inter-relação dos conhecimentos científicos com aspectos ambientais, políticos, econômicos e sociais.
8. Compreensão da existência da QSC	Compreensão da existência de problemas sociocientíficos que envolvem a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

9. Apresentação de informações	Apresentação de informações sobre a situação e o conhecimento de posições alternativas.
10. Estudo da QSC	Estudo do problema sociocientífico de uma forma integral, relacionando aspectos científicos, tecnológicos, éticos, sociais, econômicos, ambientais e políticos.
11. Julgamento da QSC	Realização de julgamentos éticos e avaliações em torno da QSC para atender as necessidades humanas e solucionar problemas da sociedade.
12. Conclusões para a tomada de decisões	Exposição de conclusões para a tomada de decisões informadas, que favoreçam promover ações para a melhoria na qualidade de vida e a transformação social ao solucionar diferentes situações da realidade.

Fonte: Autora com base em Torres e Solbes (2018) e Solbes e Torres (2012).

Assim, para identificar/ articular as unidades de significados pertencentes a essas categorias iremos considerar as concepções propostas na descrição de cada categoria de análise, visto que estas categorias e suas respectivas descrições foram originadas e fundamentadas a partir das capacidades elencadas por Torres e Solbes (2018) e das competências que uma pessoa com pensamento crítico demandaria em uma abordagem QSC, as quais são destacadas por Solbes e Torres (2012).

É relevante salientar que realizamos a seleção de capacidades e ajustes, sínteses e corte de parte das competências que uma pessoa com pensamento crítico demandaria na abordagem QSC para obtenção das categorias de análise, com o intuito de propor categorias que fossem possíveis emergir ou serem mobilizadas por meio das atividades/ estratégias que propomos na sequência didática já que as atividades não foram propostas para o alcance destas capacidades e competências de uma forma direta. Então, foi preciso realizar adaptações conforme o que seria possível ser desenvolvido pelos alunos de acordo com as atividades que desenvolvemos, pois temos ciência de que algumas capacidades e alguns pontos das competências como são propostas pelos autores inicialmente não iriam ser atendidas por meio das atividades propostas na SD. Sendo assim, não poderíamos utilizá-las da forma que são apresentadas na literatura era preciso realizar adaptações, para ficar de acordo com o que as atividades da SD possibilitavam promover.

Ainda, destacamos que as categorias de análise determinadas *a priori* compostas pelas capacidades e competências citadas acima, não se tratam, neste caso, das competências que são previstas na BNCC inspiradas nas pedagogias de competências (Perrenoud; Chomsky) que compõe o grupo das teorias hegemônicas

atualmente, com implicações, em especial, na compreensão da função social da escola de disseminadora dos conhecimentos científicos, sendo uma das consequências da perspectiva a desvalorização dos conhecimentos científicos, dando ênfase a formação para o trabalho. Este documento, centrado no desenvolvimento de competências e habilidades, foi elaborado no viés da pedagogia do “aprender a aprender” sofrendo interferências/influências de políticas neoliberais, e ao evidenciar as habilidades e competências coloca em segundo plano os conteúdos escolares e o trabalho docente trazendo a perspectiva que possui como finalidade a adaptação dos educandos ao mercado de trabalho (Branco, *et. al*, 2019).

Ao propor as categorias de análise a partir de competências nos inspiramos nas competências que uma pessoa com pensamento crítico demandaria na abordagem QSC, as quais são propostas por Solbes e Torres (2012) visando uma perspectiva crítica, fundamentada no pensamento crítico.

Optamos pela ATD a fim de atender aos objetivos de pesquisa, uma vez que esse método de análise proporciona a identificação de elementos que emergem nas unidades de significados, sendo possível agrupar as unidades semelhantes ou articular as categorias de análise definidas *a priori*, que propomos com base nos referenciais teóricos, às unidades de significados em que foram mobilizadas, nos auxiliando no processo de análise.

Neste viés, acreditamos que esse processo pode possibilitar a identificação do desenvolvimento PC crítico dos alunos por meio da análise de suas produções textuais e orais transcritas, as quais serão organizadas em unidades de significados para analisar a mobilização das categorias de análise. À medida que organizamos as produções textuais em unidades de significados poderemos identificar elementos semelhantes nelas, e assim as unidades podem ser articuladas as categorias de análise que retratam elementos do PC.

Logo, almejamos que essa técnica de análise e o quadro referencial favoreça o processo de tratamento dos dados coletados, nos permitindo alcançar os objetivos de pesquisa delineados.

4.5. ÉTICA NA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida de acordo com todos os decoros éticos, respeitando todas as normas éticas para a realização de pesquisa com seres

humanos, garantindo o anonimato da identidade e confidencialidade das informações dos atores sociais envolvidos.

Bogdan e Biklen (1994), destacam os seguintes princípios éticos que precisam ser respeitados durante a investigação: as identidades dos participantes precisam ser protegidas; os atores sociais devem ser tratados de forma respeitosa; no início da investigação o pesquisador deve apresentar os termos de acordo para a participação na pesquisa; e por fim, deve ser autêntico na apresentação dos resultados, é necessário assegurar fidelidade dos dados obtidos.

É relevante salientar que esta pesquisa só teve início após todos os estudantes, menores de 18 anos, que tiveram o interesse de participar, terem entregue assinado o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e, adicionalmente, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado por seus pais ou responsáveis. E foram entregues cópias assinadas pelo pesquisador do TALE e do TCLE para os alunos.

Adicionalmente, é válido ressaltar que a escola na qual foi desenvolvida a pesquisa, emitiu uma carta de anuência, constando o consentimento para a realização da mesma. O professor de química responsável pela turma assinou uma declaração, constando seu consentimento em participar.

Aos participantes voluntários da pesquisa não foram cobrados nenhum tipo de taxa para participação e poderão solicitar o seu desligamento a qualquer momento. Os voluntários ao longo das discussões poderão desenvolver novas habilidades ou podem não se desenvolverem tão bem nesse processo. Os mesmos receberão após a publicação do trabalho um retorno, a pesquisadora disponibilizará os dados já analisados e conversará acerca de suas contribuições para as pesquisas na área.

A coleta de dados ocorreu de forma presencial. As discussões planejadas para serem desenvolvidas em sala de aula não oferecem riscos de provocar nenhum tipo de transtorno psicológico ou psiquiátrico.

Os dados e todas as informações coletadas possuem caráter confidencial, sendo divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, sem a identificação dos voluntários e guardando todo o sigilo sobre a participação dos mesmos. Todos os dados coletados ao longo desta pesquisa por meio de questionários e anotações das observações serão restritamente armazenados em pastas ou arquivos digitais no computador da pesquisadora durante o período mínimo de 5 anos, sob a responsabilidade de Janaína Santana da Silva, discente da Universidade Federal

Rural de Pernambuco (Rua Dom Manoel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos – CEP: 52171-900, e-mail: janainasantana089@gmail.com).

Esta pesquisa está vinculada a um projeto maior intitulado como “Educação científica crítica e reflexiva: contribuições e desafios no processo de construção de uma ferramenta avaliativa” da Universidade Federal de São Carlos que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com o número de parecer: 2.471.904. Utilizamos a ferramenta como aporte teórico na parte metodológica para a construção da sequência didática que foi desenvolvida em sala de aula. Adicionalmente, evidenciamos que a pesquisadora no ano de 2021 começou a fazer parte do grupo de pesquisa que foi responsável pela elaboração da ferramenta e que conduz investigações acerca de sua aplicação.

4.6. CONSTRUINDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM DA QSC MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Em linhas gerais, as atividades relativas à abordagem QSC Mudanças Climáticas foram organizadas em uma sequência didática (SD), que foi desenvolvida ao longo do processo de ensino-aprendizagem. A construção da SD se deu por meio de um processo de pesquisa que foi sendo adaptado ao longo de sua elaboração.

Segundo Zabala (1998, p. 18), a sequência didática pode ser considerada como "um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos". As atividades propostas podem possibilitar o desenvolvimento de novos conhecimentos.

Este autor retrata que a sequência didática é um instrumento utilizado para articular diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Na SD pode ser designado o papel de cada uma das atividades propostas para a construção do conhecimento de diversos conteúdos e, assim, avaliar a relevância de cada uma delas e a ausência de outras que deveriam ter sido inseridas.

A elaboração das atividades da SD com base na abordagem de QSC, se configura como uma das fases mais importantes para garantir o andamento e a efetivação desta pesquisa. A SD contempla atividades que buscam favorecer o desenvolvimento das competências que uma pessoa com pensamento crítico demandaria na abordagem QSC propostas por Solbes e Torres (2012) e de

capacidades necessárias para a mobilização do conjunto de competências dos indivíduos, como se refere Torres e Solbes (2018) acerca do pensamento crítico.

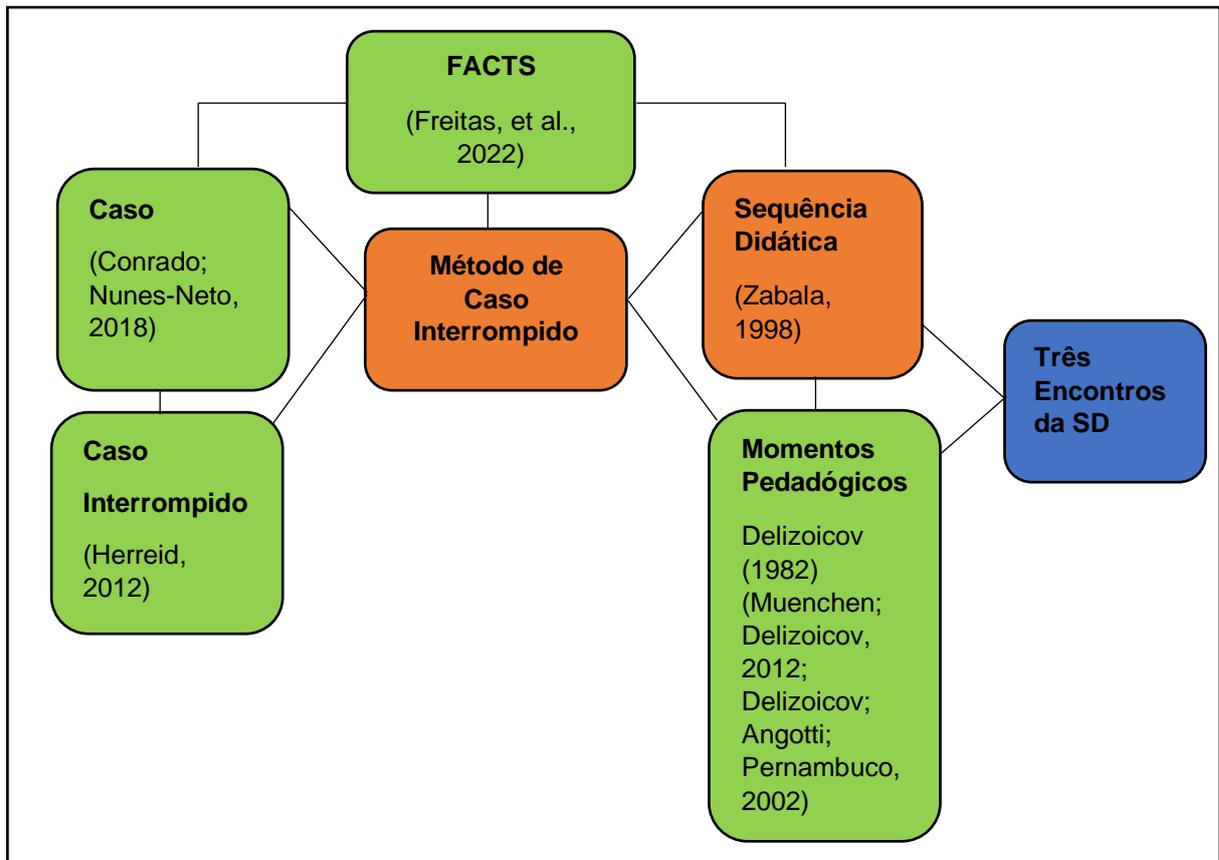
Conrado e Nunes-Neto (2018) enfatizam que a abordagem de uma QSC em sala de aula envolve três principais elementos articulados: caso ou histórias, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem. Orientam que a QSC seja introduzida a partir de um caso construído com histórias curtas, contendo, se possível, diálogos e personagens que tenham aproximações dos contextos socioculturais dos alunos, permitindo o primeiro contato com a problemática que será discutida. E ainda assim, para promover a mobilização dos aspectos sociocientíficos envolvidos sugerem a elaboração de questões norteadoras referentes a problemática apresentada no caso, as quais também podem favorecer o alcance dos objetivos de aprendizagem almejados.

Em vista disso, fizemos uso do método de caso interrompido proposto por Herreid (2012) para introduzir a QSC Mudanças Climáticas em sala de aula. E com base na sugestão de Conrado e Nunes-Neto (2018) exploramos os aspectos e problemáticas abordadas no caso por meio das questões norteadoras, as quais trabalhamos nesta pesquisa como atividades de reflexão, compostas por questões de reflexão, charges e situação problema que se configuram como estratégias que fazem parte do caso. Trata-se de adaptações da proposta de Conrado e Nunes-Neto (2018) e Herreid (2012), a partir das quais construímos um caminho particular de lidar pedagogicamente com um caso de QSC.

Adicionalmente, é válido salientar que propomos/ planejamos as atividades inspiradas em alguns critérios teóricos que selecionamos da FACTS, os quais consideramos relevantes e que podem possibilitar o desenvolvimento do PC em uma abordagem QSC. E organizamos as atividades da SD com base nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov (1982) que correspondem à problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (Muenchen; Delizoicov, 2012; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

Então, com base nestas metodologias que a intervenção foi planejada. A seguir destacamos a Figura 1 que sintetiza as metodologias teóricas que embasaram a construção da sequência didática com abordagem da QSC Mudanças Climáticas:

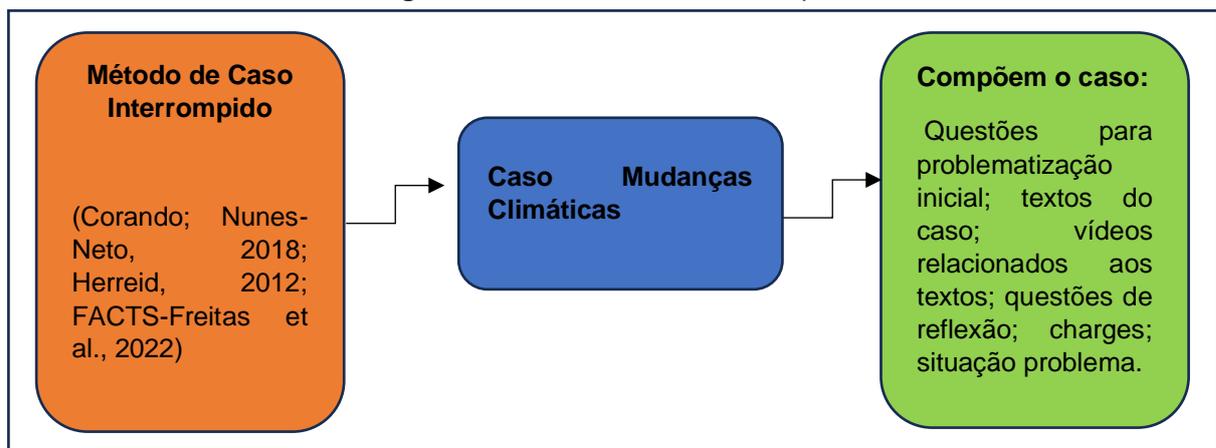
Figura 1- Metodologias teóricas que embasaram a construção da SD



Fonte: Autora

Ainda, apresentamos na Figura 2 uma síntese da construção e composição do caso interrompido Mudanças Climáticas:

Figura 2- Método de Caso Interrompido



Fonte: Autora

Portanto, em linhas gerais, além de nos inspirarmos na metodologia de abordagem QSC destacada por Conrado e Nunes-Neto (2018), também levamos em

consideração para a estruturação da SD o uso de estratégias que favorecessem o desenvolvimento do PC dos alunos. Empregamos o método de caso interrompido proposto por Herreid (2012) como estratégia de ensino e planejamento, os critérios da FACTS para o planejamento e os três momentos pedagógicos para organização das atividades propostas.

4.6.1. O Método de Caso Interrompido Mudanças Climáticas

Utilizamos o caso interrompido como uma estratégia de ensino e planejamento para discutir a QSC, o qual é proposto por Herreid (2012) para promover o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Considerando que para este autor “Se ler, argumentar e desafiar são as marcas do pensamento crítico, então os estudos de caso são os garotos-propaganda do processo” (p. 23, tradução nossa).

Evidencia que boa parte dos estudos de caso é específica da disciplina, porém todos envolvem a essência do pensamento crítico, possibilitando o desenvolvimento de uma prática mental que deve permanecer no cotidiano. O autor aponta que muitos dos estudos de caso retratam problemas reais enfrentados pela sociedade como o aquecimento global, poluição, questões médicas e degradação ambiental.

Herreid (2012) afirma que a melhor técnica de caso que conhece é denominada de método de caso interrompido. Esse método inicia quando o professor apresenta aos alunos, preferencialmente organizados em grupo, um problema que é desafiado por pesquisadores reais. A seguir, o professor pede que apresentem uma abordagem de forma experimental para resolver o problema, depois solicita que os estudantes discutam por cerca de 15 minutos e apresentem suas concepções. Na sequência o professor expõe algumas informações adicionais referentes ao problema elencando as ações tomadas pelos cientistas que o enfrentaram, relata as dificuldades adicionais e solicita que os alunos apontem possíveis soluções. Novamente, os alunos apresentam suas ideias após as discussões. Continuando, o professor pode fornecer mais informações adicionais para que os estudantes possam interpretá-las e discutí-las com seus colegas em grupo. Outra vez, os alunos elencam suas interpretações, fruto das discussões em grupo. Por fim, a interpretação realizada pelos autores originais pode ser apresentada pelo professor mais uma vez e assim pode seguir o processo.

O referido autor ressalta que o caso interrompido pode desafiar os alunos a resolverem um problema real, trabalhando ao longo da abordagem com diversas visões para solucionar um problema, dados incompletos, realizando hipóteses provisórias e coletando mais informações para solucionar a problemática.

Portanto, inspirados na proposta de caso interrompido de Herreid (2012), elaboramos um caso que apresenta as informações sobre a problemática ao longo dos encontros de forma gradativa. O caso que compõe a SD aborda diversas discussões e em diferentes dimensões, é composto pelas seguintes atividades: problematizações iniciais; textos com informações e relatos dos problemas os quais envolvem as intensas chuvas, inundações, alagamentos, deslizamentos e avanço do mar na Região Metropolitana do Recife e apresentam informações sobre políticas públicas que são propostas; questões de reflexão envolvendo os pontos apresentados na primeira parte do texto do caso; charges (sobre as inundações, aquecimento global, gases poluentes que provocam derretimento das geleiras); vídeo documentário relativo a problemática apresentada na primeira parte do caso e vídeo de matéria jornalísticas que mostra a situação real do problema que foi apresentado na terceira parte do caso; e situação problema apresentada na última parte do texto do caso.

Entre as atividades propostas já citadas está o texto que compõe o caso, intitulado como “Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas” que aborda problemas reais enfrentados pela sociedade envolvendo as mudanças climáticas sob diversas perspectivas, como científica, social, econômica e política.

Foi organizado em três partes para ser desenvolvido ao longo dos encontros em consonância com as outras atividades propostas, pois a partir do texto seriam elencadas atividades para complementá-lo ou para dar continuidade as discussões que são propostas nele. Dessa forma, o texto é muito importante para a condução das outras atividades por fazer esta articulação trazendo novas informações de forma gradativa. Dessa maneira, iremos apresentar como se deu seu desenvolvimento e também apresentaremos uma síntese das informações contidas no texto.

Na estruturação do texto fizemos adaptações e organizações de informações e trechos retirados de: documentos produzidos pela esfera pública que retratam o problema das mudanças climáticas constituídos de dados provenientes de estudos científicos (como o Plano Local de Ação Climática do Recife e a Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife – PE), publicações realizadas nos sites do Observatório do Clima que é uma rede composta

por 78 entidades da sociedade civil brasileira e do ICLEI- Governos Locais para Sustentabilidade que é uma organização não governamental. Além disso, exploramos matérias jornalísticas que apresentam as problemáticas causadas pelas mudanças climáticas.

O texto será apresentado na íntegra no tópico Planejamento Ideal da Sequência Didática seguindo a ordem das atividades planejadas. No entanto, neste momento apresentaremos uma síntese do texto e as fontes utilizadas para construir cada uma das três partes conforme foi planejado para ser desenvolvidas em sala de aula.

A primeira parte do texto foi construído com informações e trechos retirados dos documentos: Plano Local de Ação Climática do Recife e Análise de riscos e vulnerabilidades climáticas e estratégia de adaptação do município do Recife. E de trabalhos publicados nos sites observatório do clima e ICLEI- Governos Locais pela Sustentabilidade. Todos os materiais utilizados são citados nas referências. Inicialmente é elencada a destruição causada pela crise climática, que pode ter aumentado em cerca de 20% a intensidade das tempestades. Em maio de 2022, no estado de Pernambuco e estados vizinhos, na qual mais de 120 pessoas morreram e 25 mil ficaram desabrigadas depois das chuvas intensas, o que se tornou a maior catástrofe dos últimos 50 anos. Os dados são do primeiro estudo de atribuição feito pela World Weather Attribution (WWA). A cidade do Recife-PE, a 16ª cidade mais ameaçada do planeta com o avanço do nível do mar, também enfrenta algumas vulnerabilidades provocadas pela expansão urbana em áreas de risco, as construções realizadas sem padrões de segurança e os problemas de drenagem insuficientes em algumas regiões que acabam agravando o problema. Adicionalmente, são destacados os 6 riscos críticos para a cidade: Inundações, Deslizamentos, Doenças Transmissíveis, Ondas de Calor, Seca Meteorológica e Aumento do Nível Médio do Mar, os quais são apontados pelo estudo realizado da análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Recife (2019).

A segunda parte do texto do caso foi estruturado a partir de dados e trechos retirados do documento de Plano Local de Ação Climática do Recife e de publicações realizadas pelo site ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade e pela Câmara Municipal do Recife. No texto do caso são expostos os efeitos provocados pelas mudanças climáticas como as ondas de calor e os problemas que podem ser gerados na saúde pública como a proliferação de mosquitos *Aedes aegypti* que pode transmitir doenças como a Dengue, Zica e Chikungunya. Adicionalmente, destacamos o

compromisso do Recife com a agenda do clima desde 2012 e os investimentos na infraestrutura, drenagem, manejo das águas pluviais e nos pontos críticos de inundação. E a criação da frente parlamentar e elaboração de documento do Plano Local de Ação Climática do Recife (PLAC), onde são propostas ações para cumprir com os compromissos do Acordo de Paris, com metas para a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e com ações para mitigar os efeitos das mudanças no climáticas.

Na terceira parte do texto que retrata o problema fizemos adaptações articulando e transcrevendo trechos que trazem informações, os quais foram retirados de: reportagens e de matérias jornalísticas dos sites g1 Pernambuco e Marco Zero. Elenca a situação da praia de Boa Viagem localizada na cidade do Recife- PE que apresentava há alguns anos uma grande faixa e atualmente nos deparamos com uma grande quantidade de pedras que são instaladas pela prefeitura para conter o avanço do mar. E além de Boa Viagem, o avanço do mar causa impactos e preocupações em outros locais do estado. Como é o caso da praia do Sossego e de outras localidades da Ilha de Itamaracá-PE que faz parte da Região Metropolitana do Recife. São expostos os impactos causados na Ilha de Itamaracá e as falas de moradores do local. Além disso, foram destacadas informações sobre o problema de acordo com discursos de especialistas. E por fim, são pontuadas as medidas propostas pela prefeitura da Ilha de Itamaracá-PE com a construção de barreiras e criação de um comitê para lidar com o avanço do mar.

Dessa forma, o método de caso interrompido foi planejado seguindo as considerações propostas por Herreid (2012) e Conrado e Nunes-Neto (2018) e fazendo adaptações, para desenvolvê-lo apresentando informações de forma gradativa ao longo das aulas. Aqui propomos um método de caso que vai além da narração de história/situações reais ou fictícias, o mesmo engloba um conjunto mais diversificado de atividades de ensino-aprendizagem que foi levado para o chão da escola.

4.6.2. A FACTS como Ferramenta de Planejamento

No planejamento das atividades do caso que compõem a sequência didática (SD) consideramos alguns critérios que compõem os eixos da Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade-FACTS (anexo A), com o objetivo de propor

atividades que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. A ferramenta foi utilizada também como aporte teórico para a construção da SD.

A ferramenta é constituída por três eixos (processos de ensino/aprendizagem; visão e percepção de C e T na Sociedade; e cidadania/ação), um conjunto de critérios e níveis de desenvolvimento. Sendo pautada na perspectiva de uma educação científica crítica e reflexiva pretende contribuir na avaliação de práticas, materiais didáticos e processos educativos, promovidos na educação básica e na formação de professores (Freitas *et al.*, 2022).

Adicionalmente, consideramos que além do uso nos processos de avaliação a ferramenta também pode ser efetiva para a construção de práticas educativas. Uma vez que pode possibilitar no ensino de ciências discussões acerca das dimensões éticas, econômicas, políticas, sociais, ambientais, científicas e tecnológicas, nas quais os indivíduos estão inseridos e que pode favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico e a tomada de decisão responsável quanto as situações problemas vivenciadas pela sociedade. Como o pensamento crítico está inserido na perspectiva da educação científica crítica acreditamos que ao propor atividades inspirados na ferramenta possibilitará mobilizar elementos do pensamento crítico com a abordagem de uma QSC.

De acordo com Freitas *et al.* (2019) a FACTS foi desenvolvida por meio do Método Delphi, técnica de comunicação, na qual são propostos sucessivos questionários para os especialistas da área, a cada rodada de questionários as respostas são analisadas, sistematizadas e rerepresentadas para que eles possam se posicionar ao longo da investigação. E é o resultado de uma investigação conduzida fundamentada nos marcos de estudos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e do paradigma da complexidade. A construção da ferramenta contou com a participação de 37 especialistas da área de educação em ciências da América Latina, que apresentaram suas concepções a respeito de uma educação científica crítica e reflexiva (Freitas, *et al.*, 2019).

A ferramenta passou por uma etapa de adequação do primeiro esboço para se obter um novo formato utilizando as rubricas, que são instrumentos de medida que possibilitam definir a qualidade com base na proposição de critérios e níveis de realização de um programa (Freitas *et al.*, 2022). Retratam que para definir os níveis de desenvolvimento e para favorecer a emissão de julgamentos de avaliação os critérios foram reformulados quanto as evidências e indicadores.

Na composição da FACTS a escala de avaliação qualitativa foi complementada e é composta pelos níveis: expert (nível 4), avançado (nível 3), aprendiz (nível 2), principiante (nível 1), não apresenta (nível 0) (quando o material não apresenta nada do critério relacionado). Nesta direção, assumindo a necessidade de uma educação científica crítica, a FACTS foi desenvolvida.

Selecionamos alguns critérios da ferramenta, os quais consideramos como relevantes para o desenvolvimento do PC, e nos inspiramos neles para propor atividades que permitam o desenvolvimento dos critérios ao longo dos momentos pedagógicos da SD. Construímos um quadro com os eixos, os critérios selecionados e uma relação que conseguimos estabelecer entre os critérios com estratégias/recursos propostos. Apresentando de acordo com cada critério estratégias/recursos propostos para alcance de cada critério selecionado ressaltando suas contribuições. Estabelecemos esta relação com base nas informações propostas nos níveis de desenvolvimento, porém não consideramos níveis específicos para propor as atividades que compõem a SD, pois não pretendíamos nos prender a um nível específico o nosso interesse era nos inspirarmos apenas nos critérios em si, como apontamos (Quadro 4):

Quadro 4- Os Eixos, os critérios selecionados da FACTS e estratégias/recursos propostos e suas contribuições

Eixos	Critérios	Relação de como os critérios foram atendidos por meio de Estratégias e Recursos propostos
Eixo A- Processos de Ensino/ Aprendizagem	1.Abordagem dos temas emergentes da sociedade.	Com a abordagem da questão sociocientífica mudanças climáticas, que provoca problemas próximos da realidade dos alunos. Desencadeando a necessidade de tomada de decisão diante de situações problemas propostas.
	2. Incentivo ao pensamento crítico e criativo.	A partir da abordagem da QSC mudanças climáticas com o uso de um caso que apresenta problemáticas reais e é composto por questões nas problematizações, textos apresentando o problema, questões de reflexão, charges, vídeos e situação problema. E adicionalmente também a atividade do grupo focal. Essas atividades favorecem o desenvolvimento da argumentação, investigação e uso de linguagens (como por exemplo, uma linguagem científica para discutir a partir dos conhecimentos científicos as causas do problema das mudanças climáticas, como os gases de efeito estufa); o uso de evidências para a

		tomada de decisão que pode ser realizado na atividade da situação problema apresentada no caso que retrata as mudanças climáticas; e a realização de uma leitura crítica do discurso e identificar as desigualdades existentes a partir das questões de reflexão.
	3. Proposta ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar.	Com a utilização de diversos conteúdos para abordar o tema, envolvendo nas discussões as dimensões: ambiental, social, ética, política e econômica.
	4. Incentivo à construção de posicionamento.	Através de questionamentos nas problematizações iniciais para posicionamentos individuais. E a construção de um posicionamento de forma coletiva durante as atividades: de questões de reflexão propondo conclusões; das charges com as análises, interpretação e construção de textos discursivos com os entendimentos acerca do problema apresentado; a situação problema apresentada no caso confrontando argumentos para a tomada de decisão de forma responsável.
Eixo B- Visão e Percepção de C e T na Sociedade	5. Construção do conhecimento científico e tecnológico.	Com base nas discussões dos conteúdos que envolve a temática mudanças climáticas para explicar conceitos que estão envolvidos como, por exemplo, a partir das explicações do efeito estufa, gases que o provocam, aquecimento global, reações de combustão e as medidas que são propostas para mitigar os impactos das mudanças climáticas que fazem uso da tecnologia nos processos industriais, tecnologias limpas, hidrogênio verde, geoengenharia, biotecnologias, entre outros. Discutindo de forma breve o que são e as finalidades destas produções científicas e tecnológicas.
	6. Articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade.	Por meio da apresentação de conteúdos científicos e a abordagem de processos tecnológicos que envolvem os conhecimentos científicos para seu desenvolvimento. Como, por exemplo, com exemplificações de processos tecnológicos, utilização de fontes de energia renováveis e combustíveis limpos, que para compreender seu funcionamento e finalidades é necessário envolver os conhecimentos científicos. Essas inovações produzidas pelos conhecimentos científicos e tecnológicos são representadas como meios de mitigar os efeitos das mudanças climática.
	7. Compreensão da C e T como práticas contextualizadas.	Ao discutirmos as influências das ações humanas em uma sociedade capitalista que contribui para o desencadeamento dos impactos ambientais a partir, por exemplo,

		<p>da agricultura e pecuária, uso de transportes e fabricação de produtos principalmente por emitirem gases poluentes, visando apenas o fator econômico e ignorando os problemas causados no meio ambiente. E ao discutirmos acerca das ações públicas para combater os impactos provocados pelas mudanças climáticas.</p> <p>Entre outras formas que envolvemos a ciência e tecnologia com as dimensões econômicas, políticas e ambientais, podemos citar as questões de reflexão que envolve a questão econômica, social e ambiental ao questionar quem são os mais afetados pelas mudanças climáticas e que relação existe entre a desigualdade social e os problemas ambientais. Além dos já citados, esta contextualização pode ser evidenciada em outras atividades e discussões propostas que não iremos elencá-las aqui para não prolongarmos a explicação.</p>
Eixo C- Cidadania/ Ação	<p>9. Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade.</p>	<p>Com a estimulação da participação consciente e crítica dos alunos no desenvolvimento da sociedade pode ser observada, por exemplo, a partir da atividade das questões de reflexão onde possibilita despertar uma visão crítica sobre quais são os grupos mais afetados pelas mudanças climáticas e ao debaterem sobre a relação existente entre desigualdade social e problemas ambientais favorecendo mobilizar concepções com base na justiça social.</p> <p>E também a atividade da situação problema permite que proponham tomadas de decisões de forma responsável visando a qualidade de vida social.</p>
	<p>10. Impactos da Ciência e Tecnologia.</p>	<p>Com discussões sobre os efeitos das mudanças climáticas que são desencadeados por ações humanas que envolvem o uso de processos desenvolvidos pela ciência e tecnologia e que atualmente causam problemas ambientais como o efeito estufa, aquecimento global, e avanço do nível do mar que pode provocar as erosões costeiras e as chuvas intensas pode ser um dos fatores que gera como consequências as inundações e o desabamento de barreiras.</p>

	11. Construção de identidade / pertencimento (inclusão) e de valores.	A partir das atividades desenvolvidas ao longo da SD com abordagem da QSC mudanças climáticas por meio de um caso que é composto por questões nos momentos de problematização, texto, vídeos, charges e situação problema. E adicionalmente, elencamos o grupo focal na investigação. Portanto, essas atividades possibilitam que o aluno reconheça que faz parte de uma sociedade que é afetada pelas mudanças climáticas, deve estar ciente dos danos causados para intervir a partir da tomada de decisão diante das situações problemas que afetam a comunidade, como é caso do avanço do mar na Região Metropolitana do Recife, das inundações e dos deslizamentos de barreiras que são discutidos ao longo do caso. Estes problemas apresentados permitem que os alunos elaborem conclusões e medidas a serem tomadas pela sociedade que pode envolver a colaboração e solidariedade. E também pode promover a necessidade de tomada de decisão de sua parte de forma responsável como uma forma de colaborar e apontar a necessidade de ações sustentáveis por parte da população para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.
	12. Perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais.	Através dos momentos de problematizações iniciais que permite que os alunos apresentem seus pontos de vista diante das questões sociais referentes as influências das ações humanas envolvidas nos impactos ambientais, entre outros debates que envolve a questão ambiental.

Fonte: Autora com base em Freitas *et al.*, (2022).

À luz da teoria, inspirados nos critérios selecionados buscamos propor atividades para compor a sequência didática que aborda uma QSC referente as mudanças climáticas por meio de um caso com o intuito de favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

4.6.3. Os Três Momentos Pedagógicos

As atividades que compõem a sequência didática que aborda a QSC Mudanças Climáticas a partir de um caso foram organizadas com base nos três momentos pedagógicos (3 MP) que são correspondentes a: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Essa dinâmica didático-pedagógica é alicerçada pelas concepções de uma abordagem temática apresentada por Delizoicov (1982) ao transpor para a educação em seu espaço formal a concepção de Paulo Freire sobre educação, caracterizada pelo que denominam de momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, os quais se diferem quanto as funções específicas e diferenciadas que possuem (Muenchen; Delizoicov, 2012; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), na problematização inicial são abordados problemas reais, os quais os alunos conhecem, presenciam e que estão relacionados com as temáticas. Porém, mesmo que sejam temas já conhecidos, ainda assim, podem demandar a necessidade da introdução dos conhecimentos científicos para possibilitar a interpretação do problema exposto. Esse momento deve ser organizado de forma que o aluno seja desafiado a expressar as suas concepções sobre a situação abordada. *A priori*, as interpretações realizadas por esses alunos devem prevalecer e à medida que expõem o professor vai problematizando os seus conhecimentos.

Segundo esses autores, o professor neste primeiro momento, o qual consiste na compreensão do posicionamento dos estudantes, possui o papel de coordenador atento em questionar os posicionamentos tomados e estimular a discussão pautada nas respostas dos alunos. Podendo também ao longo da discussão lançar dúvidas ao invés de fornecer respostas ou explicar. O ponto central deste momento é provocar no aluno a necessidade de desenvolver novos conhecimentos que ainda não possui.

Afirmam que a organização do conhecimento se configura pela seleção dos conhecimentos necessários para a compreensão da temática e da problematização inicial, os estudantes estudam de forma sistemática com o auxílio do professor. Neste momento são empregadas diversas atividades que possibilitem ao professor desenvolver a conceituação essencial para a compreensão da problemática abordada.

Adicionalmente, destacam que a aplicação do conhecimento é voltada à apresentação sistemática do conhecimento que vem sendo agregado pelo estudante para fazer a análise e interpretação de problemáticas iniciais, das quais partiram seu estudo e também de outras situações que não estavam relacionadas com o caso inicial, mas que a partir do mesmo conhecimento podem ser compreendidas.

A problematização inicial é contemplada na sequência com questionamentos no início de cada encontro referente à temática das mudanças climáticas e os aspectos que a envolve, incentivando os alunos a refletirem sobre os conhecimentos que possuem e de participarem dos momentos de discussões para apreender ainda mais sobre tais questões.

Para a organização dos conhecimentos propomos as seguintes atividades: textos do caso (organizados em três partes) que retratam situações problemas e informações; vídeos que complementam as informações trazidas nos textos; discussão de conteúdos científicos sobre as mudanças climáticas e ações propostas para mitigar seus efeitos. E adicionalmente, temos um momento que o professor explica os conteúdos científicos e outros aspectos referentes às causas, efeitos e ações tomadas para mitigar os impactos. As atividades citadas permitem organizar os conhecimentos com o auxílio do professor para compreender a problemática apresentada.

E na intervenção proposta os conhecimentos organizados podem ser sistematizados para a aplicação do conhecimento ao propor respostas para as questões de reflexão, a interpretação e entendimento das charges e tomadas de decisões para a situação problema apresentada na terceira parte do texto do caso.

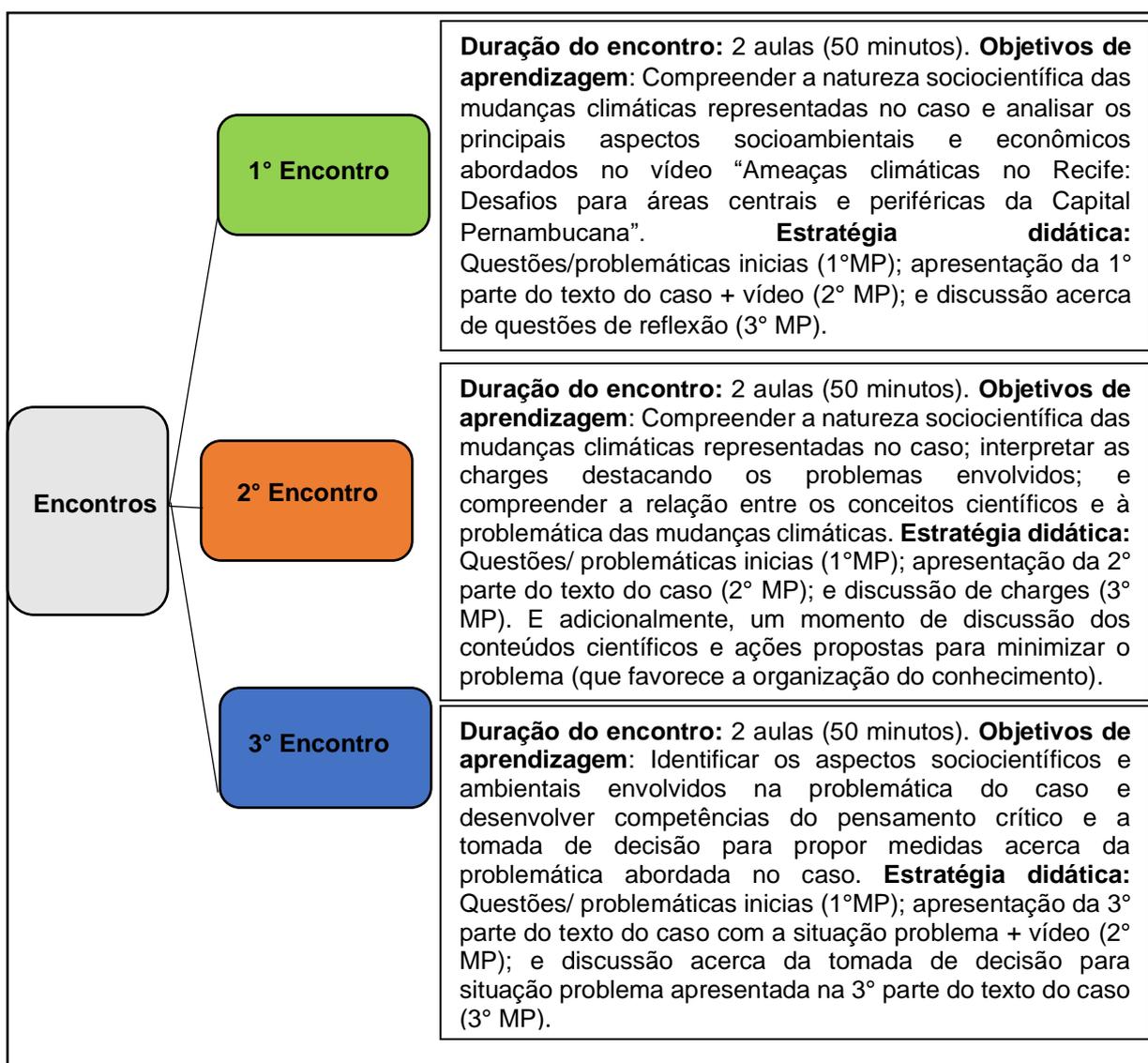
4.7. O PLANEJAMENTO IDEAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática elaborada é composta por três encontros, organizados com base nos três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento). É válido salientar que cada encontro foi planejado para duas aulas com duração de 50 minutos cada, totalizando o quantitativo de 6 aulas para o desenvolvimento da SD.

Na SD a QSC é introduzida a partir da apresentação de um caso que retrata problemas ambientais e sociais enfrentados na Região Metropolitana do Recife, os quais envolvem os fatores climáticos. E ao longo da intervenção é possível realizar a mobilização de uma série de informações, entre elas: os impactos causados, causas e efeitos das mudanças climáticas, os conhecimentos científicos envolvidos, aparatos tecnológicos propostos para diminuir as emissões de GEE e as ações que são propostas para mitigar os impactos provocados.

Inicialmente, apresentamos na Figura 3 um panorama geral de cada encontro da SD com as seguintes informações: duração, objetivos de aprendizagem e as estratégias didáticas propostas e organizadas conforme os três momentos pedagógicos (MP):

Figura 3- Atividades propostas na SD



Fonte: Autora

O **primeiro encontro** da intervenção didática deve ser desenvolvido em duas aulas de 50 minutos cada. Norteados pelos seguintes objetivos de aprendizagem: compreender a natureza sociocientífica das mudanças climáticas representadas no caso e analisar os principais aspectos socioambientais e econômicos abordados no

vídeo “Ameaças climáticas no Recife: Desafios para áreas centrais e periféricas da Capital Pernambucana”.

O caso neste momento é composto por: questões da problematização inicial referentes às mudanças climáticas; um texto (primeira parte do texto do caso), retratando a problemática em questão e as destruições causadas; um vídeo documentário relacionado a problemática apresentada no texto; e questões de reflexão que elencam questionamentos também relacionados com pontos da temática abordada no texto do caso e no vídeo. Inicialmente, a pesquisadora relatará para os alunos do que se trata um caso e uma QSC e falará a respeito da escolha do tema mudanças climáticas.

No primeiro momento pedagógico (**problematização inicial**) deve ser realizado o levantamento de conhecimentos prévios por meio da problematização a partir de uma conversa inicial com os alunos acerca dos seguintes questionamentos:

Quadro 5- Questões da problematização inicial propostas para o primeiro encontro

Questões da Problematização Inicial (Primeiro Encontro)
1. O que vocês entendem por mudanças climáticas?
2. Já estudaram isso em outras disciplinas?
3. Já se deram conta do tamanho da problemática?
4. Vocês conhecem as consequências dos efeitos das mudanças climáticas na Região Metropolitana do Recife?
5. Que ações no mundo já estão ocorrendo?
6. Que ações ou políticas públicas estão sendo desenvolvidas para combater as mudanças climáticas?

Fonte: Autora

No segundo momento pedagógico (**organização do conhecimento**) após os questionamentos deve ser exposta a primeira parte do texto do caso na qual são apresentados alguns impactos causados pelas mudanças climáticas no Recife-PE. A pesquisadora fará a leitura do caso junto com os alunos. Apontamos o texto do caso a seguir:

Quadro 6- Primeira parte do texto do caso “Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas”

“Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas” (Primeira parte)
<p>Em maio deste ano, a crise climática pode ter aumentado em cerca de 20% a intensidade das tempestades que deixaram um rastro de mortes e destruição em Pernambuco e Estados vizinhos. Na</p>

ocasião, mais de 120 pessoas morreram e 25 mil ficaram desabrigadas depois de dias intensos de chuvas, enchentes e deslizamentos, no que se tornou a maior catástrofe climática dos últimos 50 anos na região. Os dados são do primeiro estudo de atribuição feito pela World Weather Attribution (WWA) – uma rede internacional de cientistas climáticos – no Brasil¹.

Recife, a capital de Pernambuco, foi uma das cidades mais atingidas pelas chuvas e é também a mais ameaçada no Brasil pelas mudanças climáticas e a 16ª cidade mais ameaçada do planeta com o avanço do nível do mar, de acordo com o último relatório do Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC) da ONU¹.

É relevante destacar que a cidade enfrenta algumas vulnerabilidades acerca dos aspectos sociais e econômicos. Com a expansão urbana em áreas de risco, as construções feitas sem padrões de segurança e os problemas de drenagem insuficientes em algumas regiões agravam o problema¹.

O litoral de Recife possui 45,7% de sua extensão sob zona de alta vulnerabilidade, o que significa que a região será rapidamente atingida com a mudança do nível do mar. Cerca de 81% das construções urbanas estão a menos de 30 metros da linha costeira e localizadas em terrenos abaixo de 5 metros².

A cidade sofre com as chuvas sobre as áreas de ocupação inadequada e uma infraestrutura de drenagem insuficiente, trazendo como consequências inundações e deslizamentos. Neste contexto, a projeção de aumento de risco de inundações até 2040 é de 68,44%².

Além disso, o estudo realizado pela análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Recife (2019) aponta para a incidência de 6 riscos críticos para a cidade: Inundações, Deslizamentos, Doenças Transmissíveis, Ondas de Calor, Seca Meteorológica e Aumento do Nível Médio do Mar³.

Figura: Os seis riscos críticos para a cidade do Recife



Fonte: Adaptado de Plano Local de Ação Climática do Recife, 2020.

Saiba mais!!

Vulnerabilidade: Propensão ou pré-disposição a ser adversamente afetado. Vulnerabilidade engloba uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou susceptibilidade a danos e falta de capacidade para lidar e se adaptar.

Riscos: O risco é muitas vezes representado como a probabilidade de ocorrência de eventos perigosos ou tendências multiplicadas pelos impactos destes eventos ou tendências ocorrerem. O risco resulta da interação entre vulnerabilidade, exposição e ameaças.

Ameaças climáticas: Ocorrência potencial de um evento natural ou fisicamente induzido pelo ser humano, impacto físico ou tendência a este que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde

Fonte: Adaptado de PREFEITURA MUNICIPAL DO RECIFE; BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA. **Análise de riscos e vulnerabilidades climáticas e estratégia de adaptação do município do Recife-PE**, 2019. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/sumario_clima_recife_portugues.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2022.

¹SORDI, J. Crise do clima tornou tempestade de Recife mais intensa. **Observatório do Clima**, 2022. Disponível em: <<https://www.oc.eco.br/crise-do-clima-tornou-tempestade-de-recife-mais-provavel>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

²ICLEI- GOVERNOS LOCAIS PELA SUSTENTABILIDADE. **Lançada na CBMC, Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas do Município do Recife aponta caminhos no enfrentamento da crise climática**, 2019. Disponível em: <<https://americadosul.iclei.org/lançada-na-cbmc-analise-de-riscos-e-vulnerabilidades-climaticas-do-municipio-do-recife-aponta-caminhos-no-enfrentamento-da-crise-climatica/>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

³PREFEITURA MUNICIPAL DO RECIFE; ICLEI- GOVERNOS LOCAIS PELA SUSTENTABILIDADE. **Plano Local de Ação Climática do Recife**, 2020. Disponível em: <http://meioambiente.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/pagina-basica/placrecife_acaoclimat.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2022.

Fonte: Adaptado de Sordi, J. do Observatório do Clima, 2022; ICLEI- Governos Locais pela Sustentabilidades, 2019; Plano Local de Ação Climática do Recife, 2020.

Em seguida, conversará com os alunos para sanar alguma dúvida e justificar o porquê da escolha do caso. Na sequência os alunos assistirão um vídeo documentário com duração de 13:37 minutos intitulado como: “Ameaças climáticas no Recife: Desafios para áreas centrais e para áreas centrais e periféricas da Capital Pernambucana”, o documentário teve a direção e roteiro de Íris Samandhi, jornalista pernambucana e como produtor Wady Daher Neto. O curta-metragem retrata um contraste dos efeitos das mudanças climáticas com a elevação da temperatura e as

fortes chuvas na capital pernambucana. O vídeo inicialmente traz algumas informações e problemas que as mudanças climáticas podem acarretar. Um engenheiro ambiental discute sobre a importância das árvores nos períodos de chuva. Apresenta a fala de um barqueiro da localidade que relembra uma enchente que ocorreu em 1975 e relata também como era a cidade há alguns anos antes da construção de prédios (da intensa verticalização da cidade). E além disso, uma entrevistada relata a necessidade de o poder público buscar soluções para o problema das áreas da cidade degradadas, que foram descartadas, propondo como medidas a reurbanização ou a criação de moradia para a população menos beneficiada. E no fim são apresentadas notas constando as iniciativas da Prefeitura do Recife e do Governo do Estado de Pernambuco para adaptação e enfrentamento do problema com o desenvolvimento de políticas públicas.

A pesquisadora abrirá o diálogo para que os alunos apresentem dúvidas e discutam sobre as informações apresentadas no documentário e no texto a respeito da vulnerabilidade e dos riscos. E em seguida, a professora falará sobre os pontos de racismo ambiental e injustiça ambiental.

Logo após, no terceiro momento pedagógico (**aplicação do conhecimento**), os alunos deverão se reunir em grupo 5 pessoas para responder na forma de texto/síntese as seguintes questões de reflexão com base nas informações apresentadas no caso e no vídeo:

Quadro 7- Questões de Reflexão propostas para o primeiro encontro

Questões de Reflexão	
1.	Como as vulnerabilidades da cidade potencializam os impactos provocados pelas mudanças climáticas?
2.	Qual é o grupo social mais afetado na problemática com as mudanças climáticas? E por que?
3.	Que relação existe entre a desigualdade social e os problemas ambientais?

Fonte: Autora

Logo após, os grupos de alunos apresentarão para a turma as respostas propostas para as questões de reflexão, podendo ser ressaltados nas discussões os pontos apresentados no caso referentes ao Recife-PE como áreas de ocupação inadequada e à infraestrutura de drenagem insuficiente, trazendo como consequências as inundações e os deslizamentos.

Ao longo da exposição dos alunos, a professora deverá pontuar os aspectos envolvidos no caso dando feedback aos alunos, ressaltando a relevância de debater

sobre a temática que vem sendo alvo de discussões em uma esfera mundial e de discursos políticos.

O **segundo encontro** é composto por duas aulas de 50 minutos de duração cada. São objetivos de aprendizagem: compreender a natureza sociocientífica das mudanças climáticas representadas no caso; interpretar as charges destacando os problemas envolvidos; e compreender a relação entre os conceitos científicos e à problemática das mudanças climáticas.

O caso neste segundo momento deve ser constituído por questionamentos na problematização inicial; um texto (segunda parte do texto do caso), que aborda informações acerca da problemática das mudanças climáticas; e charges, que apresentam problemas relacionados e desencadeados pelas mudanças no clima.

No primeiro momento pedagógico (**problematização inicial**) serão propostos os seguintes questionamentos para os alunos (Quadro 8):

Quadro 8- Questões da problematização inicial propostas para o segundo encontro

Questões da Problematização Inicial (Segundo Encontro)
1. O que está fazendo a temperatura global aumentar?
2. O que vem provocando essas mudanças e ocasionando esses efeitos?
3. Quais as influências das ações humanas nas mudanças climáticas?

Fonte: Autora

No segundo momento pedagógico (**organização do conhecimento**) está prevista a abordagem da segunda parte do caso em que a professora fará a leitura com toda a turma e posteriormente os alunos poderão falar algo o que acharam do caso. A seguir a segunda parte do texto do caso que deve ser apresentado, conforme o Quadro 9:

Quadro 9- Segunda parte do texto do caso “Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas”

“Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas”
<p>(Segunda Parte)</p> <p>Como impactos do clima estão as ondas de calor que também é uma consequência. Grandes centros urbanos funcionam como potencializador dos impactos na temperatura por conta das edificações, asfaltamento e diminuição de áreas verdes¹.</p>

Segundo o documentário produzido pela prefeitura do Recife e demais órgãos, outro ponto a ser destacado é o risco que o clima pode ocasionar para a população de Recife, no contexto da saúde pública. No desencadeamento de doenças como Dengue, Zica e Chikungunya. O clima é um agravante para a proliferação do vetor de transmissão das doenças, considerando o mosquito *Aedes aegypti*¹.

No entanto, Recife já vem trabalhando em compromisso com a agenda do clima desde 2012. Entre as ações realizadas no município do ano de 2013 até 2019, podemos destacar, no contexto da vulnerabilidade à alagamentos, a expansão da cobertura vegetal por meio do replantio de árvores, o que proporcionou a melhora no escoamento de água. Além disso, investimentos em infraestrutura de drenagem e manejo foram realizados pelo Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas, combinado com a Lei do Telhado Verde¹.

Em 2018, o investimento foi de R\$2.708.667,20. Dos 177 pontos críticos de inundação, nos últimos anos, 90 deles foram solucionados. Quando se trata de erosão costeira, a Prefeitura mantém um investimento anual de R\$ 1,5 milhões¹.

Além disso, na cidade do Recife, a comissão de Meio ambiente aprovou a criação de frente parlamentar pelo clima com objetivos de formular, discutir, incentivar, implementar, acompanhar e fiscalizar as políticas públicas municipais de enfrentamento às mudanças climáticas². Por fim, é válido salientar que em documento estratégico, o plano Local de Ação Climática do Recife (PLAC), são propostas as ações que a cidade deve alinhar para cumprir com os compromissos do Acordo de Paris, com metas para a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) na cidade e com as definições das ações prioritárias para mitigar os efeitos da mudança no clima³.

¹ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade. **Lança na CBMC, Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas do Município do Recife aponta caminhos no enfrentamento da crise climática**, 2019. Disponível em: <<https://americadosul.iclei.org/lancada-na-cbmc-analise-de-riscos-e-vulnerabilidades-climaticas-do-municipio-do-recife-aponta-caminhos-no-enfrentamento-da-crise-climatica/>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

²CÂMARA MUNICIPAL DO RECIFE. **Comissão de Meio Ambiente aprova criação de Frente Parlamentar pelo Clima**, 2022. Disponível em: <<https://www.recife.pe.leg.br/comunicacao/noticias/2022/06/comissao-de-meio-ambiente-aprova-criacao-de-frente-parlamentar-pelo-clima>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

³PREFEITURA MUNICIPAL DO RECIFE; ICLEI- GOVERNOS LOCAIS PELA SUSTENTABILIDADE. **Plano Local de Ação Climática do Recife**, 2020. Disponível em: <http://meioambiente.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/pagina-basica/placrecife_acaoclimat.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2022.

Fonte: Adaptado de ICLEI- Governos Locais pela Sustentabilidades, 2019; Câmara Municipal do Recife, 2022; Prefeitura Municipal do Recife e ICLEI- Governos Locais pela Sustentabilidades, 2020.

Em seguida serão distribuídas charges que apresentam os problemas causados pelas mudanças climáticas para os grupos de alunos, que podem permanecer na mesma configuração da atividade desenvolvida na primeira aula. As charges ilustram de forma cômica problemas desencadeados pelas mudanças climáticas. A charge 1 retrata inundações; a charge 2 apresenta o problema do avanço do mar relacionado com o aquecimento global; a charge 3 ilustra as emissões de

gases pelo gado e o derretimento das geleiras; e a charge 4 elenca o problema das emissões de gases metano pelo setor pecuário. A seguir estão as charges propostas para discussão:

Figura 4- Charge 1: Inundações



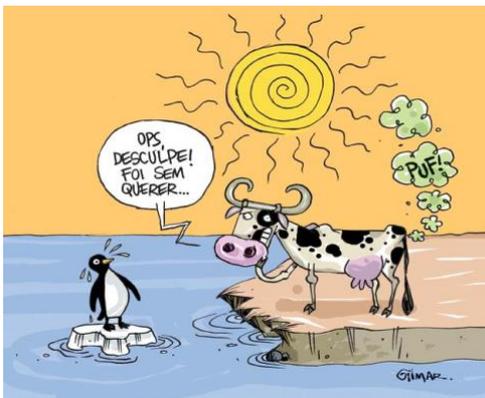
Fonte: Cícero, 2009. Disponível em: <http://ciceroart.blogspot.com/2009_05_01_archive.html>. Acesso em: 20 out. 2022.

Figura 5- Charge 2: Aquecimento global



Fonte: Blog EcoNews, 2009. Disponível em: <<https://econewsbrigui.wordpress.com/2009/04/14/charges-causas-e-efeitos-do-aquecimento-global/>>. Acesso em: 20 out. 2022.

Figura 6- Charge 3: Emissões de gases pelo gado e o derretimento das geleiras



Fonte: Gilmar, 2016. Disponível em: <<http://gilmaronline.blogspot.com/2016/05/charge-aquecimento-global.html>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

Figura 7- Charge 4: Emissões de gases metano pelo setor pecuário



Fonte: Blog do AFTM, 2021. Disponível em: <<https://blogdoaftm.com.br/charge-emissoes-de-metano-estao-impulsionando-as-mudancas-climaticas/>>. Acesso em: 20 out. 2022.

No terceiro momento pedagógico (**aplicação do conhecimento**), a professora solicitará que cada grupo observe com a atenção a charge, faça a leitura, interpretação e análise da charge. Em seguida, espera-se que os alunos possam expor seus

principais entendimentos a respeito da charge por meio da produção de texto e, posteriormente, poderão explicar suas concepções para a turma. A professora deverá auxiliar os alunos enquanto relatam suas ideias e, caso necessário, complementar as falas com pontos importantes, como por exemplo, as causas antrópicas do efeito estufa e a relação entre a pecuária retratada na charge e os gases que provocam o efeito estufa, tal como o metano.

Após a apresentação dos estudantes, a professora debate conteúdos científicos relacionados às mudanças climáticas e suas causas antrópicas (favorecendo a **organização do conhecimento**). Discute-se sobre a intensificação do efeito estufa que desencadeia o aquecimento global e a relação existente entre a pecuária e agricultura com os gases emitidos na atmosfera. Deve ser abordado o ciclo biogeoquímico do carbono (em uma perspectiva socioambiental e sociocientífica) e o tipo de reação de combustão que é provocada pelas indústrias (reações exotérmicas). E ainda pontuam-se as causas (produção de energia, agricultura e pecuária, uso de transportes, fabricação de produtos, excesso de consumo, desmatamento florestal e energia dos edifícios) e os efeitos das mudanças climáticas (aquecimento global provocado pela elevação da temperatura, o avanço do nível do mar, perda de espécies, aumento da seca, mais riscos para saúde, oceano mais quentes e chuvas extremas).

Ressalta-se como contribuímos para o aumento de carbono com o consumismo e a utilização de combustíveis fósseis, debatendo a pegada de carbono, o crédito de carbono e as ações que podem ajudar a combater a aceleração das mudanças climáticas a partir de três grandes categorias de ação: redução das emissões (com novas tecnologias nas indústrias, combustíveis limpos, energias renováveis), adaptação aos impactos climáticos (com o zoneamento, fiscalização e barreiras de contenção contra o avanço do mar) e financiamento dos ajustes necessários. Também será apresentada de forma breve algumas políticas públicas do estado de Pernambuco, como os projetos: Inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) de Pernambuco (elencando as emissões de GEE por Setor/ Subsetor) e Pernambuco Carbono neutro. E por fim, apresentam-se exemplos de medidas que podem ser tomadas em escala mundial como a compensação das emissões de carbono, a compensação financeira para os países mais pobres, criação de políticas públicas e o controle de consumo.

O **terceiro encontro** também deve acontecer em duas aulas de 50 minutos cada e ser orientado pelos seguintes objetivos específicos: identificar os aspectos sociocientíficos e ambientais envolvidos na problemática do caso e desenvolver competências do pensamento crítico e a tomada de decisão para propor medidas acerca da problemática abordada no caso.

Neste momento, apresenta-se a terceira parte do caso constituída por: questionamentos na problematização inicial; um texto (terceira parte do texto do caso), que retrata o problema do avanço do mar enfrentada na Região Metropolitana do Recife-PE na praia de Boa Viagem localizada na cidade do Recife-PE, na praia do Sossego e em outras localidades da Ilha de Itamaracá-PE; um vídeo com uma reportagem jornalística referente à problemática elencada no texto do caso apresentando os impactos causados em Itamaracá-PE; e discussões acerca da situação problema apresentada no caso.

No início no primeiro momento pedagógico (**problematização inicial**), a pesquisadora elencará os seguintes questionamentos para a turma (Quadro 10):

Quadro 10- Questões da problematização inicial propostas para o terceiro encontro

Questões da problematização inicial (terceiro encontro)
1. Como as mudanças climáticas estão afetando a Região Metropolitana do Recife?
2. E quem mora na região do litoral que impactos são mais evidentes?

Fonte: Autora

No segundo momento pedagógico (**organização do conhecimento**) ocorrerá a leitura da terceira parte do caso e, neste momento, os grupos deverão se reunir para leitura e discussão da terceira parte do texto do caso, o qual destacamos no Quadro 11:

Quadro 11- Terceira parte do texto do caso “Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas”

“Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas” (Terceira parte)
A cidade do Recife tem mais de nove quilômetros de praia e é a capital brasileira mais ameaçada pelas mudanças climáticas ¹ . Além das fortes chuvas, o estado de Pernambuco sofre com o avanço do mar.

O professor Marcus Silva, do departamento de oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) explica que “a estimativa é de que, globalmente, o nível do mar aumentou 20 centímetros entre 1900 e 2018. Tem lugares em que o mar avançou mais e outros menos. Estamos num dos lugares mais críticos por ser a borda oeste do Atlântico. Mas existe um problema muito sério de intervenção humana. Nós avançamos muito mais para dentro da praia do que o mar subiu”¹.

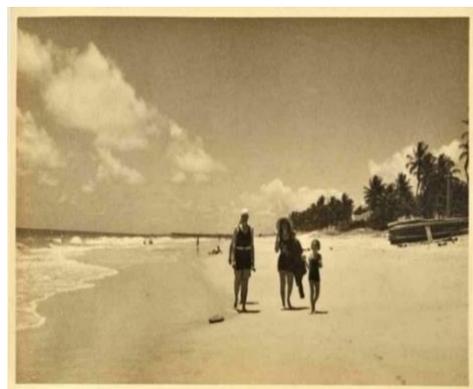
Há alguns anos a praia de Boa viagem, localizada na cidade do Recife-PE, possuía uma grande faixa de areia, porém atualmente nos deparamos com uma grande quantidade de pedras instaladas pela prefeitura para conter o avanço do mar. Nas imagens abaixo é possível observar a praia de boa viagem:

Imagem 1- Região de Boa Viagem em 1930, na Zona Sul do Recife.



Fonte: Alves, 2021.

Imagem 2- Praia de Boa Viagem em 1938.



Fonte: Alves, 2021.

Imagem 3- Imediações da Pracinha de Boa Viagem, Zona Sul do Recife.



Fonte: Alves, 2021.

Para o professor Marcus Silva, Boa Viagem não é a única preocupação. Ele afirma que, com o avanço do mar, toda bacia dos rios que cortam a cidade deve ser afetada, a exemplo do Capibaribe, Beberibe e Tejió. Com isso, habitação, saneamento e transporte serão impactados¹.

Sendo assim, é possível observar que o problema com o avanço do mar se estende a outras localidades do estado entre elas podemos destacar a praia do Sossego que é um dos locais paradisíacos da Ilha de Itamaracá, localizada na Região Metropolitana do Recife-PE, conhecida pelas belezas naturais².

No dia 12 de outubro de 2021, o cenário local da praia do Sossego era de coqueiros caídos, restos de antigos imóveis e faixa de areia mais estreita devido ao avanço do mar².

A situação é vista também em outras áreas da Ilha, comerciantes relatam prejuízos. Alguns improvisaram contenções por conta própria, usando sacas de areia ou pedras para evitar que a água do mar invada pousadas ou bares².

Segundo o professor Roberto Montezuma, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), lidar com o aumento do nível do mar exige uma cooperação entre diferentes entes e mudança da forma como lidamos com as cidades².

Donos de bares e pousadas relatam que a situação na praia do Sossego, não ajuda na economia local. E que vários comerciantes desistiram de manter seus estabelecimentos no local².

Em julho de 2022 a reportagem publicada pelo site Marco Zero retrata a erosão costeira na Ilha e a fala de moradores. A moradora Maria Betânia relata que tem trocado o dia pela noite, temendo que a água salgada atinja a sua casa, agora ameaçada. Uma casa simples, alugada, mas sobretudo “ilhada” em meio às casas de veraneio e condomínios de luxo³.

O casal, mais conhecido como “Mozão” e “Mozona”, conta que existia uma longa faixa de areia na praia, que começou a desaparecer após uma suposta obra irregular feita no Pontal de Jaguaribe, praia vizinha a do Sossego³.

Imagem 4- Estrutura do Bar do Mozão



Fonte: Moura, 2022.

Imagem 5- Impactos na Ilha de Itamaracá-PE



Fonte: Moura, 2022.

De acordo com Marcus Silva, professor de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), os diques de contenção irregulares e/ou ineficazes são recorrentes no litoral pernambucano, sejam eles construídos por prefeituras ou pelos moradores. Essas obras barram os sedimentos que vêm de sul para norte e transferem o problema da erosão de uma praia para a outra³.

Relata que “além do mar estar avançando, está faltando areia. Esse processo ocorre por conta da ocupação desordenada, do barramento dos rios, da impermeabilização das praias. A ação humana, hoje, é muito mais causadora de erosão do que o avanço do mar pelas mudanças climáticas”, explica, e salienta a importância de se respeitar a dinâmica natural, a fauna e a flora de um ambiente de praia³.

A prefeitura afirma estar atenta e que, ainda em outubro, começam obras para instalar barreiras com troncos de coqueiro perto do Forte Orange. O secretário de Meio Ambiente de Itamaracá, Eduardo Galvão, explicou que foi criado um comitê com representantes do governo do município e do estado, além dos da Superintendência do Patrimônio da União, para lidar com o avanço do mar na ilha².

Considerando a situação que foi enfrentada na Ilha de Itamaracá-PE, na qual os moradores e frequentadores da Ilha sofreram com o avanço do mar e a erosão costeira, é possível observar os impactos provocados na economia local e na condição de vida da comunidade. Que ações a sociedade e o poder público poderiam propor para minimizar as problemáticas vivenciadas em Itamaracá e que podem ser utilizadas em outras regiões que passam pelos mesmos problemas?

¹ALVES, P. Avanço do mar no Recife: veja antes e depois da Praia de Boa Viagem, com fotos do século passado. **G1 Pernambuco**, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2021/10/14/avanco-do-mar-no-recife-veja-antes-e-depois-da-praia-de-boia-viagem-com-fotos-do-seculo-passado.ghtml>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

²G1 Pernambuco e TV Globo. Avanço do mar diminui faixa de areia, causa prejuízos e preocupa frequentadores e moradores de Itamaracá. **G1 Pernambuco**, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2021/10/12/avanco-do-mar-diminui-faixa-de-areia-e-causa-prejuizos-em-itamaraca.ghtml>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

³MOURA, V. Como a erosão costeira e o avanço do mar ameaçam o litoral do Grande Recife. **Marco Zero**, 2022. Disponível em: <<https://marcozero.org/como-a-erosao-costeira-e-o-avanco-do-mar-ameacam-o-litoral-do-grande-recife/>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

Fonte: Adaptado de Alves, 2021; G1 Pernambuco e TV Globo, 2021; Moura, 2022.

Após a leitura do caso apresenta-se trechos de um vídeo referente a uma matéria jornalística que tem duração de 17:43 minutos, publicado no site do G1 Pernambuco, intitulado como "Avanço do mar em Itamaracá preocupa Frequentadores da Ilha", para complementar/reforçar o que foi apresentado no texto ao mostrar a situação problema vivenciada pelos moradores da Ilha de Itamaracá-PE. O link de acesso ao vídeo é o seguinte: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/bom-dia-pe/video/avanco-do-mar-em-itamaraca-preocupa-frequentadores-da-ilha-9940046.ghtml>.

No terceiro e último momento (**aplicação do conhecimento**), os alunos reúnem-se em grupo para tomar decisão quanto à problemática abordada no caso. Considerando a situação que foi enfrentada na Ilha de Itamaracá-PE, na qual os moradores e frequentadores da Ilha sofreram com o avanço do mar e a erosão costeira, é possível observar os impactos provocados na economia local e na condição de vida da comunidade. Que ações a sociedade e o poder público poderiam propor para minimizar as problemáticas vivenciadas em Itamaracá e que podem ser utilizadas em outras regiões que passam pelos mesmos problemas? E, em seguida, realiza-se o debate coletivo. Finaliza-se a intervenção com toda turma discutindo e apresentando as tomadas de decisões realizadas acerca da problemática apresentada ao caso interrompido.

5. A EXPERIÊNCIA DA ABORDAGEM QSC SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS VIVENCIADA NA ESCOLA

Neste capítulo descrevemos as vivências na realidade do contexto escolar e da sala de aula, detalhamos como foi desenvolvida a SD com abordagem da QSC Mudanças Climáticas, sendo este um dos principais resultados desta pesquisa que visou analisar situações de mobilização do pensamento crítico por estudantes do ensino médio a partir da abordagem da QSC Mudanças Climáticas. Juntamente com a descrição da experiência, apresentamos discussões e resultados a partir de dois subtópicos: “Entre a Escola Sonhada e a Escola Real: Sobre os Desafios Enfrentados” e “Relato de Experiência com a Turma X”.

5.1. ENTRE A ESCOLA SONHADA E A ESCOLA REAL: SOBRE OS DESAFIOS ENFRENTADOS

Começamos contando um pouco sobre o contexto vivenciado. A escola é ampla e organizada. Possui quadra, salas climatizadas, pátio (que é utilizado para reuniões, realização de atividades e refeitório) e jardim. De forma geral, é uma escola com uma boa estrutura, possuindo biblioteca e laboratório de informática e de ciências. Os alunos parecem ter uma boa relação com a gestão que administra a escola.

Neste processo de investigação, inicialmente, houve apresentação do projeto de pesquisa para a gestão da escola, a qual firmou o interesse de que a pesquisa fosse desenvolvida no local e emitiu uma carta de anuência.

Posteriormente, a pesquisadora conversou com o professor da disciplina Química, na qual seria desenvolvida a intervenção com abordagem da QSC Mudanças Climáticas. E ao conversar com o professor foi relatado sobre o que se tratava a pesquisa e que ela seria desenvolvida em turmas de 2º ano do ensino médio.

Mantendo o contato com o professor foi possível saber os conteúdos que já haviam sido trabalhados com as turmas: o último conteúdo ministrado antes desta intervenção ocorrer foi a termoquímica, com conceitos básicos das reações exotérmicas e endotérmicas, entalpia de formação, estudo do gráfico, energia de ligação e cálculo da Lei de Hess. O conceito de reações exotérmicas, iria ser revisto

de forma breve nas explicações sobre as mudanças climáticas, então esse era um dos interesses de acompanhar os conteúdos que a turma já havia estudado para retomar de forma breve nas explicações.

Assim, foi decidido que a intervenção realizaria-se em três turmas, as quais denominamos como turma X, Y e Z.

O primeiro contato com as turmas foi no momento de entrega dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Neste momento, a pesquisadora se apresentou e falou um pouco sobre sua formação e a acerca da pesquisa que seria desenvolvida, ressaltando o assunto e seu objetivo. Ainda, deixou claro para os alunos que todas as informações coletadas ficariam no anonimato.

Nos dias de entrega dos Termos tivemos alguns problemas, pois havia um pequeno quantitativo de alunos. Devido a essa situação tivemos de marcar outro dia para entrega. A pesquisadora conseguiu entregar para a turma X e Z e o professor da disciplina Química realizou a entrega na turma Y.

No início da intervenção o professor da disciplina relatou para as turmas que iria recompensar os alunos que participassem da intervenção com uma pontuação, como forma de motivá-los a participarem da pesquisa de intervenção.

Ao longo do desenvolvimento das ações na escola, deparamo-nos com alguns problemas e foi preciso readaptar o que havia sido planejado para atender às necessidades que surgiam. Foram enfrentados problemas com o tempo disponível para as aulas, por conta de alguns feriados e atividades internas que ocorreram. E como solução para esse contratempo foi aventada, a partir do diálogo com a direção e com alguns professores, a possibilidade de desenvolver a intervenção em outras aulas além das que pertenciam à disciplina de Química como havia sido planejado inicialmente e alguns professores concordaram em disponibilizar suas aulas.

As aulas cedidas pelos professores e o contato estabelecido com a direção da escola, que se mostrava sempre muito solícita e disposta a contribuir para o andamento da pesquisa, foram essenciais para a condução da intervenção, deixando a pesquisadora bem à vontade para sua realização.

Para a turma X foram cedidas aulas de Física e de Estudo Dirigido, essa última geralmente destinada à realização de atividades de reforço. Para a turma Z foi disponibilizado um horário adicional pelo fato de os professores estarem em formação,

assim, a diretora dispôs este momento em que os alunos não teriam aula para a continuação da intervenção.

Como a intervenção foi desenvolvida em outras disciplinas além da de Química, que havia sido combinado inicialmente, a pesquisadora teve de “convencer” os alunos a participarem e esse convencimento não foi uma tarefa fácil. Esse foi um dos motivos da baixa quantidade de alunos em alguns momentos. Nos dias em que não haveria aulas à tarde, os alunos decidiam por não ir pela manhã e isso impossibilitava a continuação da intervenção, fazendo com que ficasse para outro dia para atingir um maior número de participantes.

Adicionalmente, houve o problema técnico com os equipamentos de projeção de slides, que acabou interferindo nos rumos de algumas aulas e atrasando outras. Em uma dessas aulas, os alunos assistiram o vídeo com a pesquisadora segurando o notebook, pois o projetor de slides não funcionou.

Outro ponto que merece ser destacado foi o fato de as turmas serem muito numerosas, cerca de 40 alunos em cada turma. A pesquisadora buscou interagir com os alunos que, muitas vezes, se mostravam dispersos ou cansados. Em mais de uma ocasião, antes do almoço e após os intervalos, ou perto do horário de saída, os alunos mostravam-se agitados e isso exigia da professora/pesquisadora um grande esforço para mantê-los focados na discussão.

Além disso, houve falta de auxílio ao longo da intervenção para administrar a coleta de dados por meio da gravação de áudio das falas dos alunos. A pesquisadora desempenhou um duplo papel, ao ter que atuar como professora responsável pela condução pedagógica na sala de aula, mediando as discussões e conduzindo as atividades propostas e, ao mesmo tempo, agir com as atribuições de pesquisadora na coleta dos dados, tendo que administrar a gravação de áudio quando os alunos debatiam.

Como uma forma de motivar alguns alunos que se mostravam dispersos e que provocavam a dispersão de outros, era solicitado seu auxílio como ajudantes para coletar os dados da pesquisa, então, estrategicamente, esses alunos convidados a levar o gravador de áudio até os colegas nos momentos de discussão, porém, apenas em alguns momentos esta estratégia funcionou.

É relevante salientar que durante as intervenções, a distância, foi mantido o contato da pesquisadora com a orientadora e coorientadora, comunicando o andamento da pesquisa e pedindo orientações quanto aos procedimentos possíveis

diante dos desafios enfrentados e dando retorno dos resultados vivenciados. Foi estabelecida uma constante comunicação desde o momento que saímos do planejamento e pisamos no real chão da escola. O diário das experiências vivenciadas em sala de aula, juntamente com os registros de áudios que eram enviados para as orientadoras no grupo de whatsapp, foram importantes instrumentos de coleta de dados durante o trabalho de campo.

Embora a intervenção tenha sido desenvolvida em três turmas, que foi uma escolha que partiu da pesquisadora com o intuito de possibilitar que todas as turmas de 2º ano daquela escola tivessem oportunidade de vivenciar a mesma experiência, nesta dissertação, trataremos apenas dos resultados de uma turma. Isso foi necessário devido à grande quantidade de resultados que foram obtidos, assim, escolhemos a turma X por ter sido a mais participativa ao longo da intervenção.

Na descrição dos resultados, levando em consideração os decoros éticos de manter em anonimato os participantes da pesquisa, identificamos os alunos com a sigla A (aluno) e os grupos com G (grupo) respeitando a ordem numérica (1,2,3, assim por diante).

5.2. RELATO DE EXPERIÊNCIA COM A TURMA X

Na turma X a intervenção foi desenvolvida ao longo de aproximadamente 8 aulas com duração de 50 minutos cada, ao longo de três encontros. Os encontros ocorreram durante o horário de aula da disciplina de Química e das aulas cedidas das disciplinas de Estudo Dirigido e Física. Adicionalmente, tivemos um momento extra com a realização da atividade do grupo focal que foi desenvolvido em 30 minutos.

Primeiro Encontro

Iniciamos a intervenção no dia 8 de novembro de 2022 com duas aulas geminadas da disciplina de Química. Participaram deste momento 27 estudantes. A pesquisadora se apresentou, falou um pouco da sua formação e sobre o projeto de pesquisa. Neste primeiro momento, tivemos dificuldades com o projetor de slides que não funcionou e tomou um bom tempo tentando colocá-lo para funcionar e, como não tivemos sucesso, a pesquisadora compartilhou os slides e os alunos acompanharam pelos seus celulares.

Em seguida, foi relatado que trataríamos de uma QSC referente às mudanças climáticas. É iniciada uma conversa e os alunos são questionados sobre o que entendem com relação ao tema. Assim, foi dado início ao 1º momento pedagógico **(Problematização Inicial)** com os seguintes questionamentos: 1. O que vocês entendem por mudanças climáticas? 2. Já estudaram isso em outras disciplinas? 3. Já se deram conta do tamanho da problemática? 4. Vocês conhecem as consequências dos efeitos das mudanças climáticas na Região Metropolitana do Recife? 5. Que ações no mundo já estão ocorrendo? e 6. Que ações ou políticas públicas estão sendo desenvolvidas para combater as mudanças climáticas?

A princípio a pesquisadora questiona se o problema das mudanças climáticas impacta nossas vidas ou só a de grandes países e o A2 respondeu que “impacta a todos”⁵. E acerca do questionamento referente às consequências, o A1 aponta o problema vivenciado na Ilha de Itamaracá-PE ao relatar que “a água está subindo lá em Itamaracá” e a pesquisadora reforça esta informação sobre o avanço do mar. Neste viés, a fala de o A1 indica que ele conhece um problema relacionado às mudanças climáticas.

Falando ainda das consequências das mudanças climáticas, o A2 retrata o tornado que passou pela cidade de Bonito- PE, “em Bonito houve uma tempestade e os raios caíram”. Ainda, o A2 fala “das geleiras que estão derretendo”. A pesquisadora questiona se alunos conhecem ações ou políticas públicas que estão sendo desenvolvidas para combater as mudanças climáticas e o A2 diz que “nem conheço e nem sei se tem”.

Logo após, a pesquisadora fala sobre as mudanças climáticas, enfatizando as influências das ações humanas no desencadeamento do problema e da importância de se discutir o tema na Região Metropolitana do Recife. Relata que a escolha pela temática ocorreu devido a sua relevância, pelo fato do município do Recife ser a capital do estado de Pernambuco e pelo fato de estar sendo discutida mundialmente por ser a 16º cidade do planeta e a capital brasileira mais ameaçada pelo avanço do nível do mar. Neste momento o A3 fala que: “porque lá é abaixo do nível do mar”. A pesquisadora apoia o aluno e destaca que está próxima do nível do mar.

⁵ Ressaltamos que as transcrições das respostas escritas dos alunos e de suas falas foram feitas de forma literal, não realizamos correções nos textos produzidos e nos discursos orais no momento da transcrição.

Seguindo, relata que ao longo das aulas são previstos debates sobre as problemáticas referentes às mudanças climáticas e os impactos desses eventos na Região Metropolitana do Recife e no mundo.

Para envolver os alunos, a pesquisadora questiona sobre o que eles pensam sobre mudanças climáticas. O A4 responde que “é importante para se informar das coisas que estão acontecendo” e o A3 fala que “é um tema atual que está acontecendo e precisa ser discutido”.

Inicia o segundo momento pedagógico (**organização do conhecimento**) ao distribuir a primeira parte do texto do caso “Eventos Extremos Causados pelas Mudanças Climáticas” para os alunos fazerem a leitura em conjunto, cada parágrafo foi lido por um dos estudantes para dinamizar a leitura. No fim da leitura a pesquisadora fez comentários a respeito das informações contidas no texto, que se refere a problemática vivenciada por Recife e suas vulnerabilidades.

Como parte do planejamento do caso, foi mostrado um mapa com a linha costeira da cidade do Recife e suas regiões político-administrativas que poderiam sofrer mais com o avanço do mar.

Na sequência, dando continuidade ao caso, foi apresentado o vídeo intitulado como “Ameaças climáticas no Recife: Desafios para áreas centrais e periféricas da Capital Pernambucana” (com duração de 13:37 min) com direção e roteiro de Íris Samandhi e como a direção de Wady Daher Neto. O documentário retrata um contraste dos efeitos das mudanças climáticas com a elevação da temperatura e as fortes chuvas na capital pernambucana. O vídeo complementa as informações apresentadas no texto, uma vez que apresenta a situação provocada pelas fortes chuvas na cidade e as vulnerabilidades que ela possui. Neste momento a pesquisadora apresentou o vídeo segurando o notebook para que os alunos que estavam no fundo da sala pudessem visualizar. Os alunos foram questionados sobre o que acharam do vídeo e as relações que fizeram com as mudanças climáticas. E a pesquisadora articulou as informações elencadas no documentário com a problemática apresentada no texto.

Em seguida, os alunos foram questionados a respeito das vulnerabilidades que existem no Recife e que acabam agravando os impactos. O A5 aponta que os esgotos “pois quando a água desse lá entope tudo”, o A1 fala sobre os lixos e a falta de árvores e o A6 aponta as construções em áreas de riscos.

Seguindo o planejamento, discutimos de forma breve sobre o conceito de racismo ambiental e como a injustiça ambiental está presente na sociedade destacando os grupos sociais que mais sofrem com as consequências dos impactos socioambientais. E, logo após, dando continuidade, iniciou-se o terceiro momento pedagógico (**aplicação do conhecimento**). Os alunos se reuniram em sete grupos, sendo quatro grupos formados por cinco componentes, dois compostos por duplas e um o formado por um trio. Os grupos deveriam responder as seguintes questões de reflexão: 1. Como as vulnerabilidades da cidade potencializam os impactos provocados pelas mudanças climáticas? 2. Qual é o grupo social mais afetado na problemática com as mudanças climáticas? E por que? 3. Que relação existe entre a desigualdade social e os problemas ambientais?

Como já estávamos no fim da aula, foi solicitado que eles respondessem as questões de reflexão e entregassem na próxima aula. No dia seguinte, o professor da disciplina de Química iniciou a aula com um conteúdo programado no seu planejamento. Depois disso, alguns grupos trabalharam nas questões de reflexão pendentes da aula anterior e fizeram a entrega das atividades, enquanto outros não. Até este momento as atividades haviam sido realizadas em duas aulas, contando as duas primeiras aulas do dia 8 de novembro, mas, adicionalmente, nesta aula foram disponibilizados 30 minutos para que os alunos concluíssem a atividade.

Prosseguindo o planejamento, na data prevista para o segundo encontro, a pesquisadora se encaminhou para a escola mais uma vez para continuação das atividades em um segundo encontro com a turma, porém quando chegou na sala de aula havia uma pequena quantidade de alunos. Portanto, não foi possível realizar as atividades planejadas e a aula teve que ficar para outro dia. Alguns alunos presentes fizeram a entrega da atividade que foi proposta no primeiro encontro. É importante evidenciar, que nesse relato fica evidente que o tempo pedagógico de um planejamento previsto em uma SD não é o mesmo tempo vivenciado na sala de aula. Intercorrências como o curto espaço de tempo diário para a pesquisa de intervenção, a necessidade do professor de química de utilizar a carga horário para finalizar os conteúdos previstos na sua grade horária e a baixa proatividade dos alunos são eventos reais no dia a dia escolar.

Segundo Encontro

Finalmente no 16 de novembro de 2022 houve nosso segundo encontro, o qual tivemos de forma efetiva, com duração de aproximadamente em três aulas e meia. Neste momento contamos com a participação de 27 alunos.

A pesquisadora fez uma síntese das respostas propostas pelos grupos (correspondente ao 3º momento pedagógico: **aplicação do conhecimento**, o qual não foi possível ser desenvolvido no primeiro encontro devido o curto tempo e os imprevistos). Ao todo 27 estudantes organizados em grupos entregaram esta atividade.

Para a questão 1. Como as vulnerabilidades da cidade potencializam os impactos provocados pelas mudanças climáticas? organizamos as respostas dos alunos no Quadro 12:

Quadro 12- Respostas dadas pelos grupos na questão de reflexão 1

Grupos	Respostas Dadas
G1	A falta de saneamento básico, lixões que entopem, a falta de florestamento e regiões verdes etc.
G2	Pela agricultura, as extrações minerais, as petrolíferas e as fumaças do combustível do carro.
G3	As mudanças climáticas evidenciam a nossa vulnerabilidade aos eventos do clima, agravando situações existentes, como a deficiência na infraestrutura de saneamento entre outros.
G4	Danos materiais como destruição de automóveis e ações públicas, perda de móveis eletrodomésticos, documentos e objetos pessoais.
G5	Porque as cidades não estão preparadas para esses problemas como deslizamentos etc.
G6	O aumento de temperatura, aumento no nível do mar, ilhas de calor, inundações, falta de água e alimento.
G7	As mudanças climáticas provocam nas cidades alagamentos entre outras coisas que as mudanças climáticas podem afetar numa cidade, outro exemplo são o aumento das marés em áreas costeiras e acabam prejudicando os moradores.

Fonte: Autora

Na questão de reflexão 2. Qual é o grupo social mais afetado na problemática com as mudanças climáticas? E por que?, os grupos apresentaram as respostas do Quadro 13:

Quadro 13- Respostas dadas pelos grupos na questão de reflexão 2

Grupos	Respostas Dadas
G1	Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais, tais como o Brasil. Podendo ocorrer uma série de inundações, em virtude da intensificação das tempestades e períodos longos de estiagem.
G2	A classe mais pobre, com desmoronamento de casas, alagamentos e deslizamentos de terras e barro, queda de energia pois com muita chuva acaba caindo poste de energia.
G3	Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais tais como o Brasil, pois poderão ocorrer uma série de inundações em virtude das tempestades e períodos longos de estiagem.
G4	Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais, tais como o Brasil segundo os relatórios do IPCC, poderão ocorrer uma série de inundações em virtude da intensificação das tempestades e períodos longos de estiagens.
G5	Os pobres, por não terem condições para se precaverem.
G6	Países mais pobres são os mais afetados por mudanças climáticas e poluição. Apesar dos países desenvolvidos serem, com folga, os maiores emissores de gases causadores do efeito estufa, segundo dados de pesquisa internacional divulgada pela revista Lancet.
G7	O grupo mais pobre, porque não se tem estruturas na comunidade e bairros mais pobres para evitar que inundações e deslizamentos de terra ocorram.

Fonte: Autora

Transcrevemos as respostas dos grupos para a terceira e última questão: Que relação existe entre a desigualdade social e os problemas ambientais?, as quais são destacadas no Quadro 14:

Quadro 14- Respostas dadas pelos grupos na questão de reflexão 3

Grupos	Respostas Dadas
G1	Esse fenômeno se revela de várias formas na falta de saneamento básico, ausência de água potável “Crise dos alimentos” além da população pobre habitar áreas de maior risco. Portanto, o combate à desigualdade social depende também da conservação do meio ambiente.
G2	Por causa da falta de estrutura e moradia adequada que podem se agravar mais por causa dos problemas ambientais.
G3	Os impactos negativos no meio ambiente estão diretamente relacionados com o aumento crescente das áreas urbanas, o aumento de veículos automotivos, o consumo exagerado de bens materiais e mais.
G4	Esse fenômeno se revela de várias formas na falta de saneamento básico, ausência de água potável “Crise dos alimentos” além da população pobre habitar áreas de maior risco. Portanto, o combate à desigualdade social depende também da conservação do meio ambiente.
G5	Que os ricos por terem mais condições acabam poluído o meio ambiente mais que os pobres.
G6	Geralmente acontece com bairros nobres, pobre problema atualmente muito visto no Brasil.
G7	Tanto a desigualdade social como nos problemas ambientais, a população pobre é sempre mais afetada, pois não tem acesso a planos de saúde, saneamento básico e etc.

Fonte: Autora

Após a síntese das respostas dos alunos para as questões de reflexão, a pesquisadora deu continuidade à aula com as atividades que compunham o segundo momento pedagógico (**organização do conhecimento**) do planejamento. Foi entregue o texto referente à segunda parte caso e, seguindo, a dinâmica, cada parágrafo foi lido por um aluno. Após a leitura, a pesquisadora fez comentários e discutiu com a turma sobre as informações presentes no texto.

Dando continuidade à segunda parte do caso, foram distribuídas quatro charges que retratavam problemas relacionados com as mudanças climáticas. Os alunos se organizaram em seis grupos, sendo dois formados por seis componentes, três compostos por quatro alunos e um foi formado por um trio de alunos. Cada grupo ficou com uma charge, participaram deste momento 27 alunos.

Antes que iniciassem a interpretação das charges, a pesquisadora perguntou se eles sabiam o que era o efeito estufa, pois para que pudessem discutir as duas das charges era necessário que soubessem. Foi questionado: o que seria o efeito estufa e quais gases provocavam? Alguns deles afirmaram que não sabiam, então a pesquisadora falou brevemente o conceito do efeito estufa, a relação da intensificação do efeito estufa e as mudanças climáticas e os gases que provocam esse efeito.

Neste momento de **aplicação do conhecimento**, os grupos deveriam observar com atenção a charge, fazer a leitura, interpretar e analisá-la, e produzir um texto destacando os seus principais entendimentos quanto à problemática abordada e as relações com o tema estudado.

Os momentos pedagógicos que haviam sido propostos no planejamento inicial idealizado ocorreram de forma invertida, fora da ordem planejada, devido aos problemas enfrentados durante a aplicação da intervenção e pelo fato de a pesquisadora ter atuado nos papéis de professor e pesquisador ao mesmo tempo. Como a turma era numerosa e se mostrava dispersa, a pesquisadora tinha que estar os envolvendo nos debates e como não possuía auxílio para coleta de dados tinha que estar atenta para não perder nenhuma discussão desenvolvida pelos alunos. Esses fatos prejudicaram o desenvolvimento do primeiro momento pedagógico (**problematização inicial**) que deveria ter sido realizado nos momentos iniciais do segundo encontro. Mesmo assim, antes de discutir as charges a pesquisadora propôs as questões referentes a problematização inicial (momento pedagógico de problematização) que haviam sido planejadas.

Para primeira questão: 1. O que está fazendo a temperatura global aumentar? O A7 falou que seria devido ao desmatamento, o A1 relatou que era o efeito estufa aumentando e o A2 fala “a produção dos gases que provocam o efeito estufa”.

Para segunda questão: 2. O que vem provocando essas mudanças e ocasionam esses efeitos? O A1 falou “o aumento do consumo”, o A2 retrata que são “os gases do efeito estufa que são produzidos” e o A8 ressalta “a poluição”. E para a terceira questão: 3. Quais as influências das ações humanas nas mudanças climáticas? O A2 relatou “os automóveis que ao invés de andar de bicicleta as pessoas só querem andar de carro e isso influencia no ambiente, por poluir o ar” e o A8 fala que “o etanol ajuda a poluir”.

Sendo assim, é possível observar que os alunos compreendiam os fatores que provocavam o aquecimento e aumento da temperatura global. E apontaram como fatores que provocavam as mudanças climáticas, o aumento do consumo, os gases que provocam o efeito estufa e a poluição. Também demonstraram possuir senso crítico sobre as ações humanas impactam o meio ambiente.

Depois desta problematização, foi conduzida a discussão da charge (retomando o momento de **aplicação do conhecimento**). Cada grupo elegeu um representante para expor para a turma a interpretação que fizeram. E um aluno auxiliou a pesquisadora passando nos grupos com o gravador de áudio para captar as falas dos seus colegas e a pesquisadora projetou no quadro as charges. Numeramos os grupos pela ordem que apresentaram suas interpretações para as charges na sala de aula, visto que não tivemos como permanecer com a mesma numeração da primeira atividade pelo fato de que não possuíamos a mesma quantidade de grupos nos dois encontros, uma vez que alguns alunos faltaram no primeiro encontro e outros só participaram no segundo encontro. Os representantes de cada grupo leram para turma a interpretação realizada pelo seu grupo para a charge.

Os grupos 1 e 2 (G1 e G2) discutiram a charge 1 que traz de forma cômica a problemática das inundações. O A8, representante do G1, afirmou que: “É como se não tivesse áreas para o escoamento das águas, no contexto da vulnerabilidade de alagamentos, o governo deveria investir mais na infraestrutura das cidades ajudaria muito até para combater as doenças causadas”. O A9, representando o G2 ressaltou que: “Isto é a consequência da poluição ambiental, o que se resume na situação que a charge apresenta. O que era para ser uma cena romântica se torna um pesadelo”.

Após a discussão das respostas dos alunos, a pesquisadora fez uma breve fala da parte cômica da charge e sua relação com um problema que já havia sido discutido em sala que foram as inundações em Recife.

A charge 2, referente ao aquecimento global, foi interpretada pelo G3. O A10 relatou: “Os derretimentos das geleiras estão causando o aumento do nível do mar”.

Os grupos 4 e 5 (G4 e G5) analisaram a charge 3, a qual retrata os gases liberados pelo gado provocadores do efeito estufa e o derretimento das geleiras. O A11, do G4, afirmou que “os gases da vaca contribuiu para intensificar o efeito estufa, por isso o pinguim aparece em um pequeno pedaço de gelo”. Já no G5, o A12 fala que é “por causa do derretimento das geleiras que o pum das vacas está soltando” e de forma escrita afirmaram que: "por causa dos gases que ela está soltando vai derretendo o gelo”.

O G6 elenca suas concepções para a charge 4, que retrata a questão da emissão de gases metano pelo setor pecuário. O A3 diz: “Portanto, a vaca se sente culpada por fazer parte do efeito estufa, ou seja, ela produz um gás chamado metano, o gás produzido ocorre no rúmen. Um bovino faz por dia 100 kg de CH₄”.

Ao longo da discussão, a pesquisadora pontuou no quadro uma síntese das respostas propostas por cada grupo. O Quadro 15 apresenta, de forma compilada, as respostas dos grupos para as charges:

Quadro 15- Respostas propostas para as charges

Grupos	Charges	Interpretações e Análise da Charge
G1	1	É como se não tivesse áreas para o escoamento das águas, no contexto da vulnerabilidade de alagamentos, o governo deveria investir mais na infraestrutura das cidades ajudaria muito até para combater as doenças causadas.
G2	1	Isto é a consequência da poluição ambiental, o que se resume na situação que a charge apresenta. O que era para ser uma cena romântica se torna um pesadelo.
G3	2	Os derretimentos das geleiras estão causando o aumento do nível do mar.
G4	3	Os gases da vaca contribuiu para intensificar o efeito estufa, por isso o pinguim aparece em um pequeno pedaço de gelo.
G5	3	Por causa dos gases que ela está soltando vai derretendo o gelo.
G6	4	Portanto, a vaca se sente culpada por fazer parte do efeito estufa, ou seja, ela produz um gás chamado metano, o gás produzido ocorre no rúmen. Um bovino faz por dia 100 kg de CH ₄ .

Fonte: Autora

Em continuidade, a pesquisadora prosseguiu com uma breve explanação de conteúdos científicos (que favorece a **organização do conhecimento**) referentes às mudanças climáticas: efeito estufa e os gases que o provocam, aquecimento global, queima de combustíveis fósseis que geram os GEE (foram apresentadas as reações exotérmicas do metano, butano e etanol), ciclo biogeoquímico do carbono e fotossíntese (para explicar como as florestas são essências no combate as mudanças climáticas ao capturar o dióxido de carbono). Logo após, o sinal tocou para o intervalo e tinham acabado as duas aulas geminadas da disciplina de Química. Em virtude disso, foi solicitado aos professores a liberação das aulas seguintes de Estudo Dirigido para que fosse possível continuar com a intervenção, o que foi concedido.

Então, a discussão continuou por mais tempo, cerca de uma aula e meia. Foram discutidas as causas das mudanças no clima, com destaque para agricultura e pecuária, geração de energia, fabricação de produtos, energia dos edifícios, uso de transporte, excesso de consumo e desmatamento florestal. Essas atividades têm como efeitos temperaturas mais altas, perda de espécies, mais riscos para a saúde, não há comida suficiente, pobreza e deslocamento, tempestades severas, aumento da seca e oceano cada vez mais quente.

Foi debatido brevemente o que seria a pegada de carbono e o crédito de carbono. Importante destacar as contradições presentes na apropriação desses conceitos pelos executores (gestores privados, sociedade, entre outros) das atividades acima mencionadas sem uma análise real nos modos de produção e consumo que estão atrelados como causadores das mudanças climáticas. Posteriormente, foram apontadas as três categorias de ação que são propostas pela ONU (2021b): redução das emissões, adaptação aos impactos climáticos e financiamento dos ajustes necessários.

Em seguida, houve a discussão sobre a redução das emissões a pesquisadora destacou as novas tecnologias nas indústrias (tecnologias limpas, mecanismo de desenvolvimento limpo, geoengenharia, biotecnologias), os combustíveis limpos (hidrogênio verde e biodiesel) e as fontes de energia limpa (energia eólica offshore e energia solar).

Ainda, envolvendo as emissões, foram citados de forma breve dois projetos do Governo do Estado de Pernambuco: Inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) de Pernambuco (apresenta informações sobre as emissões de CO₂ no período de 2015 e 2020 e aponta os setores responsáveis) e Pernambuco Carbono Neutro é o Plano

de Descarbonização de Pernambuco, aponta estratégias para alcançar a neutralidade das emissões de GEE até 2050. E, adicionalmente, ocorreu a apresentação das Emissões de Gases de Efeito Estufa por Setor/ Subsetor do município no qual os alunos estão inseridos a partir de um gráfico dinâmico do inventário de GEE de Pernambuco disponibilizado no site da Secretaria de Meio Ambiente, Sustentabilidade e Noronha (disponível em: <<https://semas.pe.gov.br/grafico-inventario-gee/>>).

Sobre a adaptação aos impactos climáticos provocados pelo avanço do mar foi discutido de forma breve sobre o zoneamento, barreiras de contenção e fiscalização. E por fim, foram apenas pontuadas como alternativas as medidas de compensação do carbono, a compensação financeira para os países mais pobres afetados, a criação de políticas públicas e o controle do consumo.

Após a explanação do conteúdo, como ainda havia tempo de aula disponível com o intuito de apenas apresentar a atividade seguinte que iria ser desenvolvida no terceiro encontro, foram entregues aos estudantes a terceira parte do texto do caso que retrata a situação da praia de Boa Viagem e Ilha de Itamaracá-PE, da praia do Sossego e outras localidades da Ilha.

Fizemos a leitura do texto e em seguida os alunos assistiram o vídeo que mostrava os impactos causados pelo avanço do mar e erosão costeira em Itamaracá, um cenário de destruição enfrentado por moradores e frequentadores da Ilha. Neste momento os alunos já estavam muito dispersos e pareciam cansados por já terem tido um dia inteiro de aula. Então, deixamos para discutir o caso no encontro seguinte.

Terceiro Encontro

Foi realizado no dia 17 de novembro de 2022, durante o período de duas aulas não geminadas, teve uma outra aula entre as duas da intervenção. Participaram deste momento 35 alunos. A pesquisadora inicia retomando o que foi discutido ao longo das aulas (as causas, os efeitos das mudanças climáticas, os gases que provocam estufa e seu papel no desencadeamento dos problemas) e a terceira parte do texto que retratava o problema do avanço do mar na praia de Boa Viagem e os impactos causados pelo avanço do mar e erosão costeira na Ilha de Itamaracá.

Em seguida foi conduzido o primeiro momento pedagógico (**problematização inicial**), a pesquisadora questiona: 1. Como as mudanças climáticas estão afetando a Região Metropolitana do Recife? Para responder este questionamento o A1 fala que

“é muito calor”, o A6 diz “as inundações”, o A2 destaca “a poluição”, o A13 ressalta “o deslizamento de terra” e o A14 responde “mais doenças e viroses”. Em sequência é proposto o seguinte questionamento: 2. Quem mora na região do litoral, que impactos são mais evidentes? E o A13 falou que “perde tudo por conta da água”, o A6 relata que “são atingidas pelo avanço do mar” e o A15 relata que “as pessoas perdem as coisas e tem que tirar de seu bolso para repor”.

A partir das respostas dos alunos, é possível observar sua percepção sobre os impactos que as mudanças climáticas têm sobre sociedade e os principais problemas enfrentados pela Região Metropolitana.

Já no segundo momento pedagógico (**organização do conhecimento**) fizemos a leitura da terceira parte do texto do caso. A pesquisadora ao longo da leitura do caso foi comentando e ressaltando algumas informações.

Logo depois, foi solicitado que os alunos se reunissem em grupo para julgar e tomar decisão a respeito da problemática que era proposta ao fim do caso interrompido. Parte dos alunos que não tinham vindo no dia anterior assistiram à parte do vídeo que retratava a problemática. Neste momento correspondente ao terceiro momento pedagógico (**aplicação do conhecimento**) os alunos se reuniram em nove grupos, sendo um composto por seis alunos, três formados por cinco, um formado por quatro componentes, três composto por três participantes e um grupo representado por um aluno. Tivemos que pausar e retornar na 5ª aula da manhã.

Ao retornar foram dados alguns minutos para os grupos se organizarem e começarem a discussão. Eles já estavam bem dispersos e agitados pela proximidade da hora do almoço. Mesmo de forma breve, cada grupo expôs para a turma as decisões tomadas.

A situação problema apresentada no caso foi: Considerando a situação que foi enfrentada em Itamaracá, na qual os moradores e frequentadores da Ilha sofreram com o avanço do mar e a erosão costeira, é possível observar os impactos provocados na economia local e na condição de vida da comunidade. Que ações a sociedade e o poder público poderiam propor para minimizar as problemáticas vivenciadas em Itamaracá e que podem ser utilizadas em outras regiões que passam pelos mesmos problemas?

Um dos integrantes (o representante) de cada grupo, apresentou para a turma a tomada de decisão para problemática. Consideramos para numerar os grupos a

ordem de apresentação em sala. Os grupos expuseram para turma o que tinham proposto, então, sendo assim, transcrevemos no Quadro 16:

Quadro 16- Ações propostas pelos grupos na tomada de decisão quanto a problemática do caso

Grupos	Tomada de Decisão
G1	O poder público pode comprar/fazer casas para a população, porém não nas áreas de riscos, e a sociedade pode colaborar não construindo casas também nessas áreas.
G2	Exigir uma lei que proíbe fazer casas ou comércio perto dessas áreas de risco. Detectar o problema e tentar resolvê-lo.
G3	Fazer muros na barreira da praia, melhorar a estrutura da praia, fazer canais para a água passar minimizando as águas nas ruas.
G4	Ajudando os moradores que ficaram desabrigados por conta das fortes chuvas, com roupas, alimentos, moradias, poderiam colocar as pessoas no abrigo, dando comida, dormida etc. Barreiras de pedras, existem pavimentos sustentáveis que deixam a água das chuvas infiltrarem em sua estrutura.
G5	Recomenda a todos para construir casa ou prédio numa distância relevante; para não invadir o território do mar. Também por causa da obra irregular feita em outro ponto da praia fez que água não tivesse para onde ir e acabou com que as casas que estavam mais perto da praia foram destruídas então o poder público deveria investir nas barreiras e construir as casas um pouco longe da margem da praia.
G6	Vemos os danos que o avanço do mar causou nos moradores e no meio ambiente, e para ajudar essas pessoas afetadas o poder público poderia proporcionar com recursos financeiros, poderia afastar os quiosques para não afetar os comerciantes da área e também fazer barreiras para proteger casas e comércios.
G7	Evitar construir nessas áreas de riscos.
G8	Fazer casas fora dos locais de riscos, e que a sociedade ajude a evitar esses tipos de coisas, ou seja, evitar construir nessas áreas de risco.
G9	O poder público poderia ajudar nas estruturas locais de turismo, com isso iria influenciar tanto no aumento de turistas e ajudando os comerciantes e minimizar futuras tragédias.

Fonte: Autora

Por fim, a pesquisadora fez uma síntese e levantou algumas ações que os alunos pontuaram, agradeceu a participação dos alunos e perguntou aos alunos do que acharam da intervenção. O A8 falou: “eu achei muito interessante tinha algumas coisas a gente não sabia sobre esse negócio do mar está invadindo a areia, eu mesmo achei interessante”.

O grupo Focal

Em virtude do constante contato com os alunos e a vivência na escola, durante o processo de intervenção com uma visão de pesquisadora e com sugestões das orientadoras, optamos em adicionar uma atividade extra que foi o grupo focal.

Elaboramos a proposta e realizamos a atividade após a conclusão dos três encontros que haviam sido planejados inicialmente.

Alguns alunos mais engajados e participativos da turma foram convidados para compor o grupo e após terem aceitado o convite combinamos o melhor dia e horário para a realização da atividade. A tarefa de reunir os alunos foi bastante desafiadora, pois iriam ocorrer jogos de interclasse na escola e eles já estavam bem dispersos. E dois alunos que iriam participar do grupo não conseguiram estar presente no momento.

A atividade do grupo focal foi desenvolvida no dia 30 de novembro de 2022 no pátio da escola com a participação de três alunos (aluno 7, 8 e 15) e teve a duração de 30 minutos. Neste momento foram discutidos três temas relacionados com a problemática das mudanças climáticas. O grupo focal foi conduzindo seguindo algumas orientações e condições propostas previamente pelo pesquisador e que foram apresentadas para os alunos.

Seguindo as condições/orientações desta metodologia, a pesquisadora atuou como moderadora na condução do roteiro dos tópicos, a passagem de um tópico a outro foi precedida da síntese do debate que ocorreu e a pergunta de abertura foi elencada para favorecer uma opinião geral a respeito do tema.

Previamente ao debate foram expostos para as participantes as seguintes regras e orientações: falar um por vez; liberdade de todos para emitir opinião; tempo para cada pessoa comentar de 10 minutos; evitar conversas paralelas durante o debate e evitar a dominância da discussão por uma só pessoa.

Foram propostos três temas: 1. Sobre as mudanças climáticas; 2. Os impactos sociais e ambientais causados pelas mudanças climáticas; e 3. Sobre a intervenção. Havia alguns questionamentos referentes a cada tema e, de acordo com as respostas dadas pelos alunos, foram surgindo outros questionamentos propostos pela pesquisadora. O Quadro 17 apresenta as perguntas iniciais:

Quadro 17- Temas e questionamentos propostos na atividade do grupo focal

Tema 1: Sobre as mudanças climáticas	Tema 2: Os impactos sociais e ambientais causados pelas mudanças climáticas	Tema 3: Sobre a intervenção
<p>Pergunta de abertura: O que vocês entendem por mudanças climáticas?</p> <p>Questionamentos: 1. O que são as mudanças climáticas? 2. Quais as causas das mudanças climáticas? 3. O que vocês aprenderam de novo com a intervenção sobre as mudanças climáticas?</p>	<p>Questionamentos: 1. Quais impactos sociais e ambientais? 2. Como e quem deve assumir a responsabilidade? 3. Há algo que nós possamos fazer?</p>	<p>Questionamentos: 1. Quais pontos positivos das aulas? 2. Quais pontos negativos das aulas? 3. Que temas relacionados com as mudanças climáticas vocês teriam o interesse de aprender mais?</p>

Fonte: Autora

Referente ao tema 1 e pergunta de abertura: O que vocês entendem por mudanças climáticas? O A8 respondeu que “tanto as mudanças climáticas ela pode fazer bem para nossa vida como pode fazer mal”. A pesquisadora questiona em que sentido pode fazer bem e mal. E o A8 diz “bem que as vezes está muito seco e quente, quando chove fica o clima fresquinho e arejado. Mal é que as vezes pode chover muito e as pessoas que têm casa sem uma boa estrutura e acaba alagando, caindo e pode cair barreiras”.

Logo após questiona: 1. O que são as mudanças climáticas? O A15 falou “as mudanças climáticas varia de acordo com a temperatura que o mundo se encontra. Hoje mesmo nos tempos atuais, como as geleiras estão descongelando o clima fica mais quente”. E, adicionalmente, fala que as mudanças climáticas são desencadeadas pelas mudanças no clima e ações humanas.

Então, a partir desta fala a pesquisadora questiona: 2. Quais as causas das mudanças climáticas? O A15 afirma “as fábricas, as queimadas, principalmente, queimadas”. E o aluno 8 fala “nível do mar”, e é questionado se isso seria uma causa ou uma consequência e os alunos discutem entre si e entram em consenso que seria uma consequência e não uma causa. E relembram o avanço do mar apresentado no caso e falam sobre as ações humanas envolvidas. São questionados sobre as causas do aumento do nível do mar e o A8 fala que seriam “as fortes chuvas e o derretimento das geleiras”.

Em seguida questiona-se: 3. O que vocês aprenderam de novo sobre as mudanças climáticas que ainda não sabiam? O A8 falou “o negócio do clima já tinha visto em geografia, mas não da maneira que a senhora trouxe para gente conhecer melhor. Esse negócio do mar mesmo que invadiram eu já tinha ouvido falar, mas quando a senhora trouxe aprofundou mais eu entendi melhor de que na aula de geografia”.

A pesquisadora questiona se os alunos concordam que as mudanças no climáticas vão além da mudança do clima, mas também a de temperatura. E os alunos concordaram.

Na sequência, discutiram sobre o tema 2: Os impactos sociais e ambientais causados pelas mudanças climáticas. Para a pergunta: 1. Quais impactos sociais e ambientais? O A8 responde “a barreira que cai nas casas das pessoas”, o A7 destaca “as enchentes” e relembra a charge que foi trabalhada em sala que mostrava uma inundação, e o A8 aponta “como a chuva/ enchente quando deu em Recife teve gente que perdeu tudo suas casas, móveis e até seus parentes”. É levantado o questionamento: 2. Como e quem deve assumir a responsabilidade? O A7 afirma que “o governo, tem muita coisa que estão mascarando invés de resolver passam a mão e falam que resolvem, mas não resolvem o problema”.

O A7 fala que o governo deveria proibir as pessoas construir em certas áreas propensas à subida do nível do mar, a fim de que as pessoas sejam prejudicadas. A pesquisadora adicionalmente questiona: Vocês acham que essas pessoas que são prejudicadas pelo avanço do mar a culpa é só delas por construir ali ou teria outro fator ambiental que provocaria isso? O A8 responde “as chuvas e derretimentos das geleiras” e o A15 fala “as ações humanas”. E, adicionalmente, o A8 fala que assistiu uma reportagem que fala que tem áreas do Recife que “não era para ter construído como foi construído ali porquê quando o nível do mar for avançar vai cobrir tudo ali de água”. Em relação à responsabilidade, o mesmo aluno fala que, além do governo, “nós seres humanos também temos que ter consciência do que estamos fazendo”. E acrescenta a responsabilidade “dos donos das grandes empresas”.

E, mais uma vez, foram questionados, mas agora acerca da seguinte questão: 3. Há algo que nós possamos fazer? E para este questionamento os alunos respondem: o A8 falou “fazer campanhas. E como somos estudantes poderia ter palestras para conscientizar mais os alunos porque grande maioria não pensa dessa maneira sobre essas coisas”, o A15 fala em “conscientizar a população sobre isso

porque nem eu sabia sobre o avanço do mar em Recife, não sabia” e o A7 diz que “campanhas são o ponto chave”. Ainda, o A8 fala também em relação ao consumo e ao descarte de lixo de forma inadequada.

E em relação aos gases emitidos que ações podíamos tomar para minimizar? O A8 diz que “poderia plantar mais árvores para capturar o gás que a vaca solta”.

Foram levantados questionamentos considerando o tema 3. Sobre a intervenção. Foi questionado: 1. Quais pontos positivos das aulas? E acerca desta questão os alunos respondem: o A15 diz que “trouxe informações que a gente não sabia, a gente aprendeu” e o A8 responde que “tinha notícias que a gente sabia, mas não detalhadamente porque tinha acontecido e quando ela trouxe essa aula foi muito bom, eu mesmo amei, esse caso dos gases poluentes da vaca. Não sabia que era uma coisa que prejudica tanto o nosso dia a dia”.

Quais pontos negativos das aulas? Inicialmente os alunos relataram que não teve nada de negativo. Mas em seguida o A8 afirma que “só as pessoas que não prestavam atenção. E a falta de educação de esperar o outro falar para depois poder falar alguma coisa. Mas em compensação foi maravilhoso, pelo menos esse tempo todinho que estou estudando nunca tive uma experiência dessa”, já o A7 afirma que “as pessoas que não prestavam atenção e que não dava importância”.

Por fim, a última pergunta: Que temas relacionados com as mudanças climáticas vocês teriam o interesse de aprender mais? O A8 relatou que gostou de aprender sobre as mudanças climáticas “gostaria de aprender mais sobre o avanço do mar e a chuva”. Encerrando a atividade, a pesquisadora agradeceu a participação dos alunos.

6. DISCUSSÕES COM BASE NA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

A partir de agora os resultados servirão como dados para a análise textual discursiva buscando atender aos objetivos de pesquisa. Neste viés, discutimos os resultados coletados seguindo os objetivos específicos a partir dos seguintes subtópicos: elementos do pensamento crítico nas discussões e atividades dos estudantes e estratégias/recursos que favoreceram o processo de ensino-aprendizagem. E ainda, destacamos as intercorrências no desenvolvimento da sequência didática.

Realizamos a unitarização destacando trechos de textos chamados de unidades de significados, e a categorização articulando as unidades de significados às categorias de análise. Logo após, elaboramos metatextos para expressar as compreensões e interpretações realizadas no processo de análise acerca das unidades apresentadas e suas respectivas categorias.

Como documentos de *corpus* de análise utilizamos as produções textuais dos alunos: as questões da problematização inicial e as questões de reflexão do primeiro encontro; as questões da problematização inicial e interpretações das charges do segundo encontro; as questões da problematização inicial e solução da situação problema proposta na terceira parte do texto do caso no terceiro encontro. E, adicionalmente, as transcrições das produções orais dos alunos referentes a atividade do grupo focal que ocorreu em um momento extra.

Conforme já exposto na metodologia, propomos categorias de análise definidas *a priori* com base nos referências teóricos, a partir de capacidades e competências relacionadas ao pensamento crítico (Torres; Solbes, 2018 e Solbes; Torres, 2012). As categorias de análise foram apresentadas no Quadro 3 e na Figura 8:

Figura 8- Categorias de Análise definidas *a priori* e suas descrições



Fonte: Autora com base em Torres e Solbes (2018) e Solbes e Torres (2012).

Construímos unidades de significados para a análise textual e ao analisarmos as unidades consideramos as informações expostas nas descrições de cada categoria de análise proposta, com pretensões de identificar as categorias de análise mobilizadas.

As unidades foram organizadas em quadros, que são compostos pelas unidades, síntese interpretativa e as categorias de análise identificadas em cada

unidade. Elaboramos sínteses interpretativas para facilitar a organização e identificação das categorias e unidades de significados.

Após a apresentação das unidades, nos quadros elaborados, elencamos discussões em um metatexto discussões acerca dos resultados obtidos e expomos as compreensões e interpretações realizadas com base nas análises. Neste viés, no processo de análise realizamos interpretações para identificar a mobilização das categorias de análise nas produções textuais dos alunos e discutir os resultados obtidos.

Durante o processo de análise, além das categorias definidas *a priori* apresentadas na Figura 8, identificamos duas categorias emergentes a partir da análise das unidades de significados dos alunos. Em algumas unidades de significados não conseguimos identificar as categorias de análise que foram determinadas de forma *a priori*, e ao analisarmos estas unidades observamos a mobilização de novas categorias emergentes, as quais definimos de forma *posteriori* e as denominamos como: 13. Desconhecimento acerca do assunto e 14. Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas.

Salientamos que, ao longo da análise para termos conhecimento das unidades de significados que estamos discutindo no momento é preciso que saibamos quais foram os documentos utilizados para dar origem a cada unidade, visando isso propomos códigos para indicar a origem de cada unidade (Moraes, 2003). As codificações nos permitem organizar as unidades e também podem favorecer a utilização dos dados de forma sintetizada para as discussões dos resultados.

Apresentamos em cada unidade codificações para identificar as produções textuais dos alunos, que são documentos que compõem o *corpus* de análise, considerando a ordem que essas produções foram desenvolvidas ao longo da intervenção, para facilitar o processo de análise. As codificações apresentadas nas unidades construídas, são as seguintes: SI (Síntese Interpretativa); A (Aluno); G (Grupo); E (encontro desenvolvido da intervenção); QPI (questão da problematização inicial); QPIEX (Questão Extra realizada na problematização inicial no decorrer da discussão); QR (Questão de Reflexão); CG (Charge); SP (Situação Problema apresentada no caso); GF (Grupo Focal); T (Tema); PA (Pergunta de Abertura); (Q=Questionamento/questão); EX (Questão Extra).

6.1. ELEMENTOS DO PENSAMENTO CRÍTICO NAS DISCUSSÕES E ATIVIDADES DOS ESTUDANTES

Neste momento, a partir da análise textual discursiva com a construção de quadros de unidades, identificação das categorias de análise correspondentes a cada unidade de significado elencada e análise, buscamos identificar a mobilização de elementos (capacidades e competências) do pensamento crítico nas discussões e nas atividades desenvolvidas pelos estudantes ao longo da abordagem educativa da QSC mudanças climáticas.

Inicialmente, destacamos que as produções textuais dos alunos que deram origem as unidades de significados referentes as questões da problematização inicial do primeiro encontro, foram propostas para responder aos seguintes questionamentos apresentados no Quadro 18:

Quadro 18- Questões desenvolvidas na problematização inicial do primeiro encontro, correspondentes as unidades de significados

Questões da Problematização Inicial correspondentes às unidades de significados (primeiro encontro)
Q4PIE1- Vocês conhecem as consequências dos efeitos das mudanças climáticas na Região Metropolitana do Recife?
QEXPIE1- O que sabem acerca das mudanças climáticas?
Q6PIE1- Que ações ou políticas públicas estão sendo desenvolvidas para combater as mudanças climáticas?

Fonte: Autora

E a seguir apresentamos o Quadro 19 de unidades de significados construído com base nas produções textuais dos alunos para as questões da problematização inicial desenvolvida no primeiro encontro:

Quadro 19- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para as questões desenvolvidas na problematização inicial do primeiro encontro

Unidades de Significados	Síntese Interpretativa	Categorias de Análise
“a água está subindo lá em Itamaracá”. (A1- Q4PIE1)	SI 1- Apresenta o problema do avanço do mar como uma consequência dos efeitos das mudanças climáticas.	1. Identificação

“em Bonito houve uma tempestade e os raios caíram”; (A2-Q4PIE1)	SI 2- Retrata o problema das tempestades como uma consequência dos efeitos das mudanças climáticas.	1. Identificação
“das geleiras que estão derretendo”. (A2-QEXPIE1)	SI 3- Ressalta o derretimento das geleiras como um problema desencadeado pelas mudanças climáticas.	1. Identificação
“nem conheço e nem sei se tem”. (A2-Q6PIE1)	SI 4- Relata que não conhece ações públicas voltadas para a mitigação das mudanças climáticas.	13. Desconhecimento acerca do assunto.

Fonte: Autora

Entre os 27 alunos que participaram do momento de problematização inicial no primeiro encontro apenas dois (A1 e A2), responderam aos questionamentos elencados no Quadro 18.

A partir da análise das unidades de significados foi possível verificar a mobilização da categoria “1. Identificação”, inicialmente, ao apontarem respostas para a quarta questão (Q4PIE1- Vocês conhecem as consequências dos efeitos das mudanças climáticas na Região Metropolitana do Recife?), em que o A1 responde que “a água está subindo lá em Itamaracá” (A1-Q4PIE1) e o A2 aponta que “em Bonito houve uma tempestade e os raios caíram” (A2-Q4PIE1). E observamos a mobilização desta categoria na resposta proposta para o questionamento extra (QEXPIE1- O que sabem acerca das mudanças climáticas?), ao ser ressaltado pelo A2 o fato “das geleiras que estão derretendo” (A2-QEXPIE1). Sendo assim, os alunos retrataram problemas relacionados às mudanças climáticas no âmbito local presente no estado em que residem ao apontarem o avanço do mar que é enfrentado na Ilha de Itamaracá-PE e as tempestades em Bonito-PE, e retratam ainda um problema em nível global que é o derretimento das geleiras. Nesta unidade conseguimos observar a mobilização de apenas uma categoria definida *a priori* a “1. Identificação”, que foi originada de uma das capacidades necessárias para mobilização do conjunto de competências como é definido o PC por Torres e Solbes (2018). Como essa foi uma atividade inicial podemos observar que dois dos alunos da turma já conheciam alguns problemas relacionados às mudanças climáticas, como podemos evidenciar nas unidades (A1-Q4PIE1), (A2-Q4PIE1) e (A2-QEXPIE1).

Para a sexta questão que foi elencado na problematização inicial (Q6PIE1- Que ações ou políticas públicas estão sendo desenvolvidas para combater as mudanças

climáticas?), o A2 responde que: “nem conheço e nem sei se tem” (A2-Q6PIE1). Isso evidencia um desconhecimento acerca do assunto. Não conseguimos identificar nesta unidade de significado a mobilização das categorias de análise que definimos *a priori*. E ao analisarmos a unidade observamos a emergência de uma nova categoria, a qual denominamos de “13. Desconhecimento acerca do assunto”, uma vez que um dos alunos afirma que não tinham conhecimento sobre ações públicas tomadas em relação ao combate às mudanças climáticas.

Isso pode estar relacionado, possivelmente, com o fato de que os alunos possuíam inicialmente um conhecimento geral e ainda um pouco vago sobre os problemas relacionados às mudanças climáticas e acerca das ações que eram implementadas para combatê-las. O desconhecimento do tema mudanças climáticas e seus desdobramentos pode ter sido evidenciado nessa primeira atividade, todavia, não ignoramos que elementos como posicionamento menos ativo e argumentativo nas práticas cotidianas em sala de aula, e até mesmo uma certa estranheza pela intervenção desenvolvida podem ter contribuído para que apenas dois alunos tenham expressado suas ideias em um primeiro momento. O que reforça essa ideia, é que ao longo das discussões e questionamentos a participação se torna mais ativa como veremos a seguir.

Referente a atividade das questões de reflexão, desenvolvidas no primeiro encontro, os alunos elaboraram respostas para atender as questões propostas, as quais apresentamos no Quadro 20 destacando os códigos que utilizamos para representá-las nas unidades de significados:

Quadro 20- Questões de Reflexão desenvolvidas no segundo encontro correspondentes as unidades de significados

Questões de Reflexão correspondentes as unidades de significados
QR1- Como as vulnerabilidades da cidade potencializam os impactos provocados pelas mudanças climáticas?
QR2- Qual é o grupo social mais afetado na problemática com as mudanças climáticas? E por que?
QR3- Que relação existe entre a desigualdade social e os problemas ambientais?

Fonte: Autora

A partir das produções textuais dos alunos para responder a estas questões de reflexão propostas no primeiro encontro, construímos o Quadro 21 com as seguintes unidades de significados:

Quadro 21- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para as questões de reflexão propostas no primeiro encontro

Unidades de Significados	Síntese Interpretativa	Categorias de Análise
“A falta de saneamento básico, lixões que entopem, a falta de florestamento e regiões verdes [...]” (G1-QR1)	SI 1- Identifica e conclui que os lixões e a falta de saneamento básico, florestamento e regiões verdes são vulnerabilidades presentes na cidade que causam o agravamento do problema.	1. Identificação 5. Conclusões
“Pela agricultura, as extrações minerais, as petrolíferas e as fumaças do combustível do carro.” (G2- QR1)	SI 2- Retrata as causas do problema, ao apontarem a agricultura, extrações minerais, petrolíferas e as fumaças de combustíveis liberadas por carros.	1. Identificação
“[...] situações existentes, como a deficiência na infraestrutura de saneamento [...]” (G3- QR1)	SI 3- Identifica e conclui que a deficiência na infraestrutura de saneamento é uma vulnerabilidade.	1. Identificação 5. Conclusões
“Danos materiais como destruição de automóveis e ações públicas, perda de móveis eletrodomésticos, documentos e objetos pessoais.” (G4- QR1)	SI 4- Destaca os danos e problemas causados pelas mudanças climáticas, ao retratarem a destruição de automóveis, perda de eletrodomésticos, documentos e objetos pessoais.	1. Identificação
“[...] as cidades não estão preparadas para esses problemas como deslizamentos etc.” (G5- QR1)	SI 5- Apresenta o problema deslizamento e a falta de preparo da cidade para enfrentá-lo.	1. Identificação
“O aumento de temperatura, aumento no nível do mar, ilhas de calor, inundações, falta de água e alimento.” (G6- QR1)	SI 6- Identifica consequências/ problemas causados pelas mudanças climáticas, ao apontarem o aumento da temperatura, aumento do nível do mar, ilhas de calor, inundações e a falta de água e de alimento.	1. Identificação
“[...] alagamentos entre outras coisas que as mudanças climáticas podem afetar numa cidade, outro exemplo são o aumento das marés em áreas costeiras e acabam prejudicando os moradores.” (G-7- QR1)	SI 7- Destaca as consequências/ problemas causados pelas mudanças climáticas, ao apontarem os alagamentos e aumento das marés em áreas costeiras.	1. Identificação
“Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais, tais como o Brasil. Podendo ocorrer uma série de inundações, em virtude da intensificação das tempestades e períodos longos de estiagem.” (G1-QR2)	SI 8- Destaca a concepção de que os países tropicais como o Brasil sofrem mais com os problemas causados pelos efeitos das mudanças climáticas. E argumentam a respeito das causas dos problemas ambientais que poderiam ocorrer no Brasil.	3. Argumentação 5. Conclusões
“A classe mais pobre, com desmoronamento de casas, alagamentos e deslizamentos	SI 9- Apresenta a concepção de que a classe mais pobre sofre mais com os	5. Conclusões

de terras e barro, queda de energia pois com muita chuva acaba caindo poste de energia.” (G2-QR2)	problemas causados pelos efeitos das mudanças climáticas.	
“Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais tais como o Brasil, pois poderão ocorrer uma série de inundações em virtude das tempestades e períodos longos de estiagem.” (G3-QR2)	SI 10- Destaca a concepção de que os países tropicais como o Brasil sofrem mais com os problemas causados pelos efeitos das mudanças climáticas. E argumentam a respeito das causas dos problemas ambientais que poderiam ocorrer no Brasil.	3. Argumentação 5. Conclusões
“Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais, tais como o Brasil segundo os relatórios do IPCC, poderão ocorrer uma série de inundações em virtude da intensificação das tempestades e períodos longos de estiagens.” (G4-QR2)	SI 11- Traz argumentos com base em informações acerca das consequências que as mudanças climáticas podem provocar e concluem que os mais castigados são países tropicais.	5. Conclusões 9. Apresentação de informações
“Os pobres, por não terem condições para se precaverem.” (G5-QR2)	SI 12- Conclui que os pobres são mais afetados, por não ter condições para se precaver.	3. Argumentação 5. Conclusões
“Países mais pobres são os mais afetados por mudanças climáticas e poluição. Apesar dos países desenvolvidos serem, com folga, os maiores emissores de gases causadores do efeito estufa [...]” (G6-QR2)	SI 13- Elenca que os países mais pobres são os mais afetados. E fazem um julgamento em torno da QSC ao afirmarem que os países mais pobres são mais afetados, embora que os desenvolvidos sejam os mais causadores do efeito estufa.	5. Conclusões 11. Julgamento da QSC
“O grupo mais pobre, porque não se tem estruturas na comunidade e bairros mais pobres para evitar que inundações e deslizamentos de terra ocorram.” (G7-QR2)	SI 14- Conclui que o grupo mais pobre são os mais afetados. E argumentam que isso ocorre devido ao fato de que não possuem estrutura para evitar que sejam afetados com as consequências do problema, como com as inundações e deslizamentos.	3. Argumentação 5. Conclusões
“[...] falta de saneamento básico, ausência de água potável “Crise dos alimentos” além da população pobre habitar áreas de maior risco. Portanto, o combate à desigualdade social depende também da conservação do meio ambiente.” (G1-QR3)	SI 15- Retrata pontos da desigualdade. Afirmam que a conservação do meio ambiente é uma forma de combater a desigualdade social. Aponta julgamentos em torno da QSC ao retratarem que a população mais pobre é quem mora em áreas de risco e destacam que o combate a desigualdade social depende da conservação do meio ambiente.	1. Identificação 5. Conclusões 11. Julgamento da QSC
“falta de estrutura e moradia adequada que podem se agravar mais por causa dos	SI 16- Aponta os fatores da desigualdade social, ao retratarem que são a falta de estrutura e moradia adequada.	1. Identificação 5. Conclusões

problemas ambientais.” (G2-QR3)		
“Os impactos negativos no meio ambiente estão diretamente relacionados com o aumento crescente das áreas urbanas, o aumento de veículos automotivos, o consumo exagerado de bens materiais e mais.” (G3- QR3)	SI 17- Faz uma relação entre os impactos ambientais com problemas como, o consumismo, o crescimento de áreas urbanas e o uso de veículos, a partir de seus conhecimentos científicos. Envolvem o aspecto ambiental com o social e econômico.	5. Conclusões 7. Mobilização de conhecimentos científicos e socioambientais 8. Compreensão da QSC
“[...] falta de saneamento básico, ausência de água potável “Crise dos alimentos” além da população pobre habitar áreas de maior risco. Portanto, o combate à desigualdade social depende também da conservação do meio ambiente”. (G4-QR3)	SI 18- Retrata pontos da desigualdade social. Afirmam que a conservação do meio ambiente é uma forma de combater a desigualdade social. Apresenta julgamento em torno da QSC e avaliações ao expor que a população pobre mora em áreas de risco e o combate social depende da conservação do meio ambiente, retratando uma forma de solucionar problemas da sociedade.	1. Identificação 5. Conclusões 11. Julgamento da QSC
“[...] os ricos por terem mais condições acabam poluído o meio ambiente mais que os pobres.” (G5- QR3)	SI 19- Conclui e faz o julgamento de que os ricos poluem mais que os pobres, acerca da relação entre desigualdade social e problemas ambientais.	5. Conclusões 11. Julgamento da QSC
“Tanto na desigualdade social como nos problemas ambientais, a população pobre é sempre mais afetada, pois não tem acesso a planos de saúde, saneamento básico [...]”. (G7- QR3)	SI 20- Destaca a relação entre desigualdade social e problemas ambientais afirmam que a comunidade pobre sofre mais devido a alguns fatores, como a falta de acesso a plano de saúde e saneamento básico. Traz a relação entre os aspectos sociais e ambientais a partir de seus conhecimentos científicos. E faz um julgamento moral de que a comunidade pobre é mais afetada com a desigualdade social e com os problemas ambientais.	5. Conclusões 6. Julgamento moral 7. Mobilização de conhecimentos científicos e socioambientais

Fonte: Autora

Em relação à primeira questão de reflexão (QR1- Como as vulnerabilidades da cidade potencializam os impactos provocados pelas mudanças climáticas?) apenas os grupos 1 e 3 evidenciam os fatores que causam a vulnerabilidade da cidade ao apontarem nas unidades (G1-QR1) e (G3-QR1): a falta de saneamento básico, de florestamento e de regiões verde, a deficiência na infraestrutura de saneamento e os lixões.

Além das vulnerabilidades, os grupos G4, G5, G6 e G7 retratam nas unidades (G4-QR1), (G5-QR1), (G6-QR1) e (G7-QR1) as consequências das mudanças climáticas que podem ser agravadas pelas vulnerabilidades da cidade ao citarem a perda de móveis, eletrodomésticos, documentos e objetos pessoais, os

deslizamentos, o aumento das marés em áreas costeiras, as ilhas de calor, as inundações e os alagamentos. E o G6 ressalta como consequências das mudanças climáticas o aumento da temperatura e do nível do mar (G6-QR1). Ademais, o G2 elenca possíveis causas das mudanças climáticas ao destacarem a agricultura, as extrações minerais, as petrolíferas e as fumaças liberadas pela queima de combustíveis dos veículos (G2-QR1).

Nesta direção, é possível observar que os grupos realizaram diferentes interpretações acerca da primeira questão de reflexão, visto que apenas os grupos 1 e 3 pontuaram de fato as vulnerabilidades da cidade potencializam os efeitos das mudanças climáticas, já os demais grupos citaram consequências e causas das mudanças climáticas.

Em continuidade com o processo de análise, observamos que nas unidades de significados (G1-QR2), (G3-QR2) e (G4-QR2) referentes à segunda questão de reflexão (QR2- Qual é o grupo social mais afetado na problemática com as mudanças climáticas? E por que?), os G1, G2 e G4 apresentam a mesma resposta para questão, relatam que os mais prejudicados são os países tropicais como o Brasil, podendo ocorrer inundações, tempestades e períodos de longas estiagens.

Já nas unidades (G2-QR2), (G5-QR2) e (G7-QR2) os grupos afirmam que os mais afetados são os grupos/classes mais pobres. Em particular, o G2 na unidade (G2-QR2) afirma que a classe mais pobre seria prejudicada pelo desmoronamento de casas, alagamentos e deslizamentos de terra que poderia provocar quedas de energia, o G5 em (G5-QR2) também destaca os pobres como mais afetados, por não possuírem condições para se precaverem e o G7 na unidade (G7-QR2) retrata que esse grupo mais pobre não possui estruturas na comunidade e nos bairros mais pobres para evitar que inundações e deslizamentos de terra ocorram. Já o G6 na unidade (G6-QR2) destaca que os mais afetados pelas mudanças climáticas e pela poluição são os países mais pobres, embora os países mais desenvolvidos sejam os maiores emissores de gases que causam o efeito estufa.

Logo, é possível observar baseados nas unidades de significados relativas à segunda questão de reflexão que os alunos consideram que os mais afetados pelos problemas ambientais são as classes mais pobres por não possuírem meios de se proteger são impactados por deslizamentos de terra, desmoronamento de casas e alagamentos, e os países tropicais que podem sofrer com uma série de inundações, tempestades e longos períodos de estiagens. Sendo os países mais desenvolvidos os

maiores emissores de gases que provocam o efeito estufa e os países mais pobres os que mais sofrem com as consequências, o que configuraria um quadro de injustiça ambiental. Já que a injustiça ambiental é retratada como um mecanismo em que as sociedades desiguais destinam a maior carga dos impactos às populações mais pobres e vulneráveis (Herculano, 2008).

Quanto à terceira questão de reflexão (QR3 - Que relação existe entre a desigualdade social e os problemas ambientais?), os grupos relatam alguns problemas enfrentados pelas comunidades mais pobres. Nas unidades (G1-QR3) e (G4-QR3) ocorre a cópia das produções textuais, os grupos 1 e 4 apresentam a mesma resposta para questão, apontam que esse problema se revela em diversas formas como na falta de saneamento básico, ausência de água potável e no fato da população pobre habitar em áreas de maior risco. Já o G2 na unidade (G2-QR3) afirma que seria pela falta de estrutura e de moradia adequada e que podem se agravar mais por conta dos problemas ambientais. Na unidade (G3-QR3) o G3 relata que os impactos negativos no meio ambiente estão ligados ao crescente aumento das áreas urbanas, ao grande número de veículos automotivos e ao consumismo excessivo. Em (G5-QR3) o G5 reconhece a ligação entre desigualdade social e os problemas ambientais, destacando que os ricos poluem mais devido ao estilo de vida. Por fim, o G7 em (G7-QR3) aponta que a população pobre é a mais afetada pelos problemas ambientais, por não terem acesso a planos de saúde e ao saneamento básico.

Sobre essa questão, notamos que os estudantes possuem a consciência da relação que existe entre a desigualdade social e os problemas ambientais, ao enfatizarem que os grupos mais pobres sofrem mais com os problemas ambientais, embora sejam a parcela da sociedade que menos contribui para os seus desencadeamentos. Conseguem compreender que os causadores de mais poluição são os que menos sofrem com as consequências delas, e já os que causam menos sofrem mais com seus efeitos, por morarem muitas vezes em áreas de riscos, locais sem infraestrutura e em condições precárias.

A partir da análise das unidades observamos as mesmas informações nas produções textuais, respostas iguais, sendo propostas por alguns grupos para a segunda e terceira questão de reflexão. Foram destacadas as mesmas respostas para a segunda questão pelos grupos 1 e 3 (G1 e G3) nas unidades (G1-QR2) e (G3-QR2), e o G4 em (G4-QR2) também apresentam os mesmos significados, adicionando

apenas uma informação a mais. Por exemplo, o G1 aponta que “Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais, tais como o Brasil. Podendo ocorrer uma série de inundações, em virtude da intensificação das tempestades e períodos longos de estiagem” (G1-QR2) e o G3 relata que “Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais tais como o Brasil, pois poderão ocorrer uma série de inundações em virtude das tempestades e períodos longos de estiagem” (G3-QR2), ou seja isso mostra que os grupos fazem a cópia das respostas, considerando que apontam a mesma redação.

Assim como o G4 que, destaca apenas uma informação a mais ao citar o relatório do IPCC, como podemos constatar ao relatar que “Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais, tais como o Brasil segundo os relatórios do IPCC, poderão ocorrer uma série de inundações em virtude da intensificação das tempestades e períodos longos de estiagens” (G4-QR2). E ao analisarmos as unidades (G1-QR3) e (G4-QR3) referentes à terceira questão também nos deparamos com esta mesma situação, os grupos G1 e G4 apresentam as mesmas respostas. Isso pode ter ocorrido pelo fato de a atividade ter sido desenvolvida pelos alunos fora do horário da aula. Também se configura como uma falta de produtividade destes alunos, por não se interessarem em realizar suas próprias produções textuais escreveram a mesma resposta de um outro grupo. Nesse sentido, copiar as respostas significa abrir mão de sua autonomia de pensamento, o que poderia ser melhor trabalhado pedagogicamente em uma situação de ensino regular.

Foi possível identificar algumas categorias referentes as capacidades mobilizadas, consonante com Torres e Solbes (2018) para definir o pensamento crítico. As categorias identificadas que advêm das capacidades foram as seguintes: “1. Identificação; 3. Argumentação; 5. Conclusões; 6. Julgamento moral; e 7. Mobilização de conhecimentos científicos e socioambientais”. E identificamos algumas categorias de maior complexidade se comparadas com as capacidades: “8. Compreensão da existência da QSC; 9. Apresentação de informações; e 11. Julgamento da QSC”.

As categorias que mais foram mobilizadas nesta unidade foram a “1. Identificação” e a “5. Conclusões”, estando presente respectivamente em 10 e 15 unidades de significados. Sendo assim, as questões de reflexão exigiam que os grupos elaborassem conclusões para respondê-las, justificando assim a grande

mobilização desta capacidade. E envolviam a identificação de problemas os quais estavam relacionados com a temática das mudanças climáticas, compreendemos que os questionamentos realizados também conduziram à mobilização desta categoria, uma vez que a primeira questão de reflexão questionava quais seriam as vulnerabilidades que potencializavam os impactos provocados pelas mudanças climáticas.

Para não sermos exaustivos não iremos apontar aqui todas as unidades referentes às categorias identificadas, uma vez que na síntese interpretativa já realizamos um apanhando das relações que conseguimos estabelecer entre as unidades e as categorias identificadas. Então, apenas destacaremos algumas categorias que foram mobilizadas. E é relevante salientar que em algumas unidades estão presentes mais de uma categoria como, por exemplo, nas unidades: (G1-QR2; G3- QR1; G1-QR2; G3-QR2; G4-QR2; G5-QR2; G6-QR2; G7-QR2; G1-QR3; G2-QR3; G3- QR3; G4-QR3; G5-QR3; G7-QR3).

E entre as unidades já citadas podemos observar as categorias 1 e 5 quando o G1 aponta que “A falta de saneamento básico, lixões que entopem, a falta de florestamento e regiões verdes [...]” (G1-QR1); as categorias 5 e 11 são observadas na resposta proposta pelo G6 ao destacar que “Países mais pobres são os mais afetados por mudanças climáticas e poluição. Apesar dos países desenvolvidos serem, com folga, os maiores emissores de gases causadores do efeito estufa [...]” (G6-QR2); e também nas concepções elencadas no G5 ao elencar que “[...] os ricos por terem mais condições acabam poluído o meio ambiente mais que os pobres” (G5-QR3); as categorias 3 e 5 foram mobilizadas pelo G7 ao apontar que “O grupo mais pobre, porque não se tem estruturas na comunidade e bairros mais pobres para evitar que inundações e deslizamentos de terra ocorram” (G7-QR2); e as categorias 5, 6 e 7 são mobilizadas quando o G7 evidencia que “Tanto na desigualdade social como nos problemas ambientais, a população pobre é sempre mais afetada, pois não tem acesso a planos de saúde, saneamento básico [...]” (G7- QR3).

Ao apresentarem a elaboração de conclusões, apontam as ações causadoras desses problemas relacionando em suas discussões o fator econômico, social e ambiental envolvidos em questão e retratam os que são mais afetados pelas mudanças climáticas. As categorias 5, 7 e 8 são mobilizadas quando o G3 aponta que “Os impactos negativos no meio ambiente estão diretamente relacionados ao aumento crescente das áreas urbanas, ao aumento de veículos automotivos, o consumo

exagerado de bens materiais e mais” (G3- QR3); e as categorias 5 e 9 são apresentadas na concepção proposta por G4 ao relatar que “Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais, tais como o Brasil segundo os relatórios do IPCC, poderão ocorrer uma série de inundações em virtude da intensificação das tempestades e períodos longos de estiagens” (G4-QR2).

Ainda identificamos a mobilização das categorias 1, 5 e 11 nas respostas propostas por G1 e G4 ao apontarem que a “[...] falta de saneamento básico, ausência de água potável “Crise dos alimentos” além da população pobre habitar áreas de maior risco. Portanto, o combate à desigualdade social depende também da conservação do meio ambiente” (G1-QR3; G4-QR3). Nestas unidades (G1-QR3; G4-QR3) é proposta a mesma redação, os alunos copiaram a resposta do outro grupo, sendo um problema que ressalta a falta de proatividade para participar deste momento. E ao analisarmos as unidades observamos que os grupos 1 e 4 fazem a identificação de problemas, elaboraram conclusões e realizam julgamento em torno da QSC ao observarmos que a desigualdade social transparece no fato da população pobre morar em áreas de riscos e apontam a conservação do meio ambiente como uma forma de solucionar problema social da desigualdade.

No Quadro 21 foi possível identificar mais categorias que no Quadro 19. Isso pode ser explicado pelo fato de que após a discussão do caso no primeiro encontro, os alunos construíram conhecimentos, tiveram acesso a novas informações e as questões de reflexão também proporcionaram o desenvolvimento de mais elementos do pensamento crítico a partir dos questionamentos que foram propostos, favorecendo que os alunos refletissem sobre o tema.

As categorias mobilizadas podem ser consideradas elementos do pensamento crítico, já que foram originadas das capacidades que são consideradas como necessárias para a mobilização do conjunto de competências como é definido o pensamento crítico por Torres e Solbes (2018) e das competências que uma pessoa com pensamento crítico possuiria na abordagem QSC, as quais são propostas por Solbes e Torres (2012).

Ao analisarmos os resultados fica evidente que, a princípio, no Quadro 19 foram apenas mobilizadas categorias advindas de capacidades. Já no Quadro 21, referente às questões de reflexão, foram identificadas categorias originadas de capacidades e

categorias advindas das competências que uma pessoa com pensamento crítico demanda na abordagem QSC (Torres; Solbes, 2018; Solbes; Torres, 2012).

Torres e Solbes (2018), definem o pensamento crítico como um conjunto de competências das pessoas, que demandam a mobilização de algumas capacidades. Embora estes autores proponham a necessidade das capacidades para a mobilização das competências ou do conjunto de competências, que é como compreendem o PC, também observamos a necessidade das capacidades para o alcance da mobilização das *competências que uma pessoa com pensamento crítico possuiria/demandaria em uma abordagem QSC*, as quais foram propostas por Solbes e Torres (2012).

Dessa maneira, ao analisarmos as unidades verificamos na prática aquilo que foi afirmado pelos autores Torres e Solbes (2018), isto é, que as capacidades precisam ser desenvolvidas antes para que uma pessoa se torne competente acerca do pensamento crítico. A partir das unidades de significados identificamos três categorias relacionadas às competências as: 8, 9 e 10.

E acerca da atividade de problematização inicial desenvolvida no segundo encontro apresentamos no Quadro 22 os questionamentos realizados, os quais são correspondentes às unidades de significados construídas a partir desta atividade:

Quadro 22- Questões desenvolvidas na problematização inicial do segundo encontro, correspondentes as unidades de significados

Questões da Problematização Inicial correspondentes às unidades de significados (segundo encontro)
Q1PIE2- O que está fazendo a temperatura global aumentar?
Q2PIE2- O que vem provocando essas mudanças e ocasionam esses efeitos?
Q3PIE2- Quais as influências das ações humanas nas mudanças climáticas?

Fonte: Autora

E a partir das produções textuais dos alunos para os questionamentos apresentados acima na problematização inicial do segundo encontro, elaboramos o Quadro 23 com as unidades de significados:

Quadro 23- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para as questões desenvolvidas na problematização inicial do segundo encontro

Unidades de Significados	Síntese Interpretativa	Categorias de Análise
“a produção dos gases que provocam o efeito estufa”. (A2-Q1PIE2)	SI 1- Identifica um dos fatores que está fazendo a temperatura global aumentar, apontando que seria a produção de gases que provocam o efeito estufa.	1. Identificação
“o aumento do consumo”. (A1-Q2PIE2)	SI 2- Elenca o aumento do consumo como um fator que vem provocando as mudanças climáticas e ocasionando seus efeitos.	1. Identificação
“os gases do efeito estufa que são produzidos”. (A2-Q2PIE2)	SI 3- Retrata os gases produzidos como um dos fatores que vem provocando as mudanças no clima e desencadeando conseqüentemente seus efeitos, identifica um fator relacionado ao problema.	1. Identificação
“a poluição”. (A8-Q2PIE2)	SI 4- Aponta a poluição como um dos fatores que provoca as mudanças climáticas e seus efeitos.	1. Identificação
“os automóveis que ao invés de andar de bicicleta as pessoas só querem andar de carro e isso influência no ambiente, por poluir o ar”. (A2-Q3PIE2)	SI 5- Identifica como problema o uso de automóveis e conclui, referente ao questionamento das influências das ações humanas nas mudanças climáticas, que as ações humanas praticadas com o uso de automóveis influenciam no meio ambiente ao provocar a poluição do ar.	1. Identificação 5. Conclusões.

Fonte: Autora

Sobre o Quadro 23, apenas três alunos (A1, A2 e A8) responderam os questionamentos propostos entre os 27 alunos que participaram do segundo encontro. Isso mostra que no momento de problematização inicial em que foi realizado os questionamentos de forma oral e livre, poucos alunos participaram, interagiram mais nas atividades em grupo, nas quais eles deveriam responder coletivamente por escrito e depois relatar para a turma.

Nas unidades de significados apontadas no quadro 23, identificamos duas categorias: “1. Identificação” e “5. Conclusões”. É possível notar que alguns questionamentos conduziram para a identificação de problemas, não favoreceram a mobilização de outras categorias. E esse é um fator que merece destaque, pois evidencia que os alunos ao mobilizarem a categoria “1. Identificação” em suas produções discursivas, estavam atendendo a demandas propostas em alguns questionamentos, não configurando falta de conhecimentos ou de capacidades por parte destes alunos.

A categoria “1. Identificação” foi observada na identificação de problemas como podemos ver, por exemplo, acerca da primeira questão (Q1PIE2- O que está fazendo a temperatura global aumentar?), em que o A2 destaca “a produção dos gases que provocam o efeito estufa” (A2-Q1PIE2). E referente a segunda questão (Q2PIE2- O que vem provocando essas mudanças e ocasionam esses efeitos?), o A1 aponta “o aumento do consumo” (A1-Q2PIE2).

Já a categoria “5. Conclusões” foi identificada quando o A2 aponta uma conclusão referente à terceira questão (Q3PIE2-Quais as influências das ações humanas nas mudanças climáticas?), como podemos evidenciar em (A2-Q3PIE2) ao retratar que “os automóveis, que ao invés de andar de bicicleta as pessoas só querem andar de carro e isso influencia no ambiente, por poluir o ar”.

E ainda no segundo encontro os alunos realizaram a análise e interpretação de quatro charges, as quais ilustram de forma cômica alguns problemas relacionados às mudanças climáticas, como podemos exemplificar no Quadro 24:

Quadro 24- Charges propostas para análise e interpretação no segundo encontro

Charges propostas
CG1- Retrata as inundações.
CG2- Apresenta o problema do avanço do mar relacionado com o aquecimento global.
CG3- Ilustra as emissões de gases pelo gado e o derretimento das geleiras.
CG4- Elenca o problema das emissões de gases metano pelo setor pecuário.

Fonte: Autora

Elencamos no Quadro 25 as unidades de significados propostas a partir da análise e interpretação das charges realizadas pelos alunos durante o segundo encontro:

Quadro 25- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para as charges desenvolvidas no segundo encontro

Unidades de Significados	Síntese Interpretativa	Categorias de Análise
“É como se não tivesse áreas para o escoamento das águas, no contexto da vulnerabilidade de alagamentos, o governo deveria investir mais na infraestrutura das cidades ajudaria muito até para combater as doenças causadas”. (G1-CG1)	SI 1- Compreende a existência do problema sociocientífico ao apontar uma conclusão identificando os problemas envolvidos como a inexistência de áreas de escoamento da água, retratando isto como um ponto de vulnerabilidade para alagamentos, e a partir da reflexão propõem na tomada de decisão que o governo deveria investir na	1. Identificação 2. Análise 8. Compreensão da existência da QSC 12. Conclusões para a tomada de decisões

	infraestrutura das cidades, como uma forma de solucionar o problema e de até combater as doenças causadas. Sendo assim, elencam suas conclusões e uma tomada de decisão de forma informada que pode favorecer a transformação da realidade social ao solucionar a situação enfrentada.	
“Isto é a consequência da poluição ambiental, o que se resume na situação que a charge apresenta. O que era para ser uma cena romântica se torna um pesadelo”. (G2-CG1)	SI 2- Identifica e conclui que a problemática apresentada na charge é consequência da poluição ambiental.	1. Identificação 2. Análise 5. Conclusões
“Os derretimentos das geleiras estão causando o aumento do nível do mar”. (G3-CG2)	SI 3- Conclui que o derretimento das geleiras está causando a elevação do mar, conseguem identificar a possível causa do problema.	1. Identificação 2. Análise 5. Conclusões
“Os gases da vaca contribuiu para intensificar o efeito estufa, por isso o pinguim aparece em um pequeno pedaço de gelo”. (G4-CG3)	SI 4- Conseguem identificar e concluir que os gases emitidos pelas vacas poderiam ter contribuído para intensificação do problema do efeito estufa.	1. Identificação 2. Análise 5. Conclusões
“Por causa dos gases que ela está soltando vai derretendo o gelo”. (G5-CG3)	SI 5- Retrata que os gases emitidos pela vaca estão causando o derretimento do gelo, realizando assim a identificação e conclusão da causa do problema.	1. Identificação 2. Análise 5. Conclusões
“Portanto, a vaca se sente culpada por fazer parte do efeito estufa, ou seja, ela produz um gás chamado metano, o gás produzido ocorre no rúmen. Um bovino faz por dia 100 kg de CH ₄ ”. (G6-CG4)	SI 6- Compreendem a existência do problema sociocientífico o mesmo que envolve a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente ao elaborarem uma conclusão apresentando informações sobre a situação enfrentada, ao retratarem que a vaca produz cerca de 100 kg de gás metano por dia durante o rúmen.	2. Análise 5. Conclusões 8. Compreensão da existência da QSC 9. Apresentação de informações

Fonte: Autora

Diante das unidades de significados, é notável que os alunos conseguiram compreender e interpretar a charge, em conteúdo e comicidade. Ao analisar e interpretar a charge 1, retratam que as inundações estão relacionadas com a falta de infraestrutura, a poluição ambiental e a necessidade de investimento do governo. Na charge 2, identificam a problemática apresentada ao relatarem que o derretimento das geleiras está causando o aumento do nível do mar. Na charge 3, destacam que os

gases produzidos pelo gado bovino provocariam a intensificação do efeito estufa e o derretimento das geleiras. Já na charge 4, afirmam que a vaca se sente culpada pelo fato de que libera o gás metano que é produzido durante o rúmen.

À vista disso, é possível apontar indícios de uma visão crítica dos alunos, analisando e identificando os problemas apresentados nas charges, compreendendo a existência dos problemas sociocientíficos que envolve a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, apresentando informações sobre a situação com o uso de conhecimentos para embasar e fundamentar suas concepções e realizando a tomada de decisão diante da situação problema apresentada.

Nas interpretações realizadas pelos alunos para as charges, conseguimos identificar as categorias 1, 2, 5, 8, 9 e 12. A categoria “2. Análise” foi mobilizada em todas as unidades, visto que a atividade da charge exigia que os alunos realizassem a interpretação e análise da situação apresentada e ao proporem suas respostas realizaram estas ações. E outras duas categorias que mais foram mobilizadas nas unidades, sendo identificadas em 5 unidades, foram as categorias de “1. Identificação” e “5. Conclusões”. Porém, além destas categorias advindas das capacidades em algumas unidades foram mobilizadas categorias que demandam uma maior complexidade, isto é, competências, referentes as categorias “8. Compreensão da existência da QSC; 9. Apresentação de informações e 12. Conclusões na tomada de decisões”.

Como exemplo, iremos destacar as categorias que conseguimos identificar nas respectivas unidades de significado. As categorias 1, 2 e 5 foram mobilizadas nas concepções apresentadas pelos grupos nas unidades quando o G2, sobre a charge 1 que ilustrava as inundações, elenca que “Isto é a consequência da poluição ambiental, o que se resume na situação que a charge apresenta. O que era para ser uma cena romântica se torna um pesadelo” (G2-CG1); quando o G3, acerca da charge 2 que ilustrava surfistas na praia para apresentar o problema do avanço do mar desencadeado pelo aquecimento global, aponta que “Os derretimentos das geleiras estão causando o aumento do nível do mar” (G3-CG2); quando o G4, referente a charge 3 que evidenciava o problema da emissão de gases e derretimento das geleiras ao ilustrar uma vaca emitindo gases e um pinguim em um pequeno bloco de gelo, ressalta que “Os gases da vaca contribuiu para intensificar o efeito estufa, por isso o pinguim aparece em um pequeno pedaço de gelo” (G4-CG3); e quando o G5

também em relação a charge 3, responde: “Por causa dos gases que ela está soltando vai derretendo o gelo” (G5-CG3).

E foram propostas respostas mais complexas, nas quais os grupos realizaram a análise das charges, elaboração de conclusões, compreensão da existência dos problemas sociocientíficos, exposição de informações e tomada de decisão diante das problemáticas ilustradas nas charges.

Observa-se a mobilização das categorias 1, 2, 8 e 12 pelo G1 ao destacar, sobre charge 1, as inundações, afirmando que: “É como se não tivesse áreas para o escoamento das águas, no contexto da vulnerabilidade de alagamentos, o governo deveria investir mais na infraestrutura das cidades ajudaria muito até para combater as doenças causadas” (G1-CG1).

Já as categorias 2, 5, 8 e 9 estão presentes no trabalho do G6, a respeito da charge 4, discutindo a relação entre a emissão de gases metano e as mudanças climáticas: “Portanto, a vaca se sente culpada por fazer parte do efeito estufa, ou seja, ela produz um gás chamado metano, o gás produzido ocorre no rúmen. Um bovino faz por dia 100 kg de CH₄”. (G6-CG4). Nesta perspectiva, ressaltamos que o G6 apresenta uma informação verídica e relevante em relação a problemática apresentada na charge, já que segundo Ferreira (2011) um bovino produz em média 100 kg de CH₄ por dia, por meio do processo digestivo destes ruminantes que ocorre no rúmen.

No que concerne à problematização inicial desenvolvida no terceiro encontro, os alunos apontaram concepções para responder aos questionamentos apresentados, os quais apontamos no Quadro 26 com os códigos correspondentes:

Quadro 26- Questões desenvolvidas na problematização inicial do terceiro encontro, correspondentes as unidades de significados

Questões da Problematização Inicial correspondentes às unidades de significados (terceiro encontro)
Q1PIE3- Como as mudanças climáticas estão afetando a Região Metropolitana do Recife?
Q2PIE3- E quem mora na região do litoral que impactos são mais evidentes?

Fonte: Autora

Com base nas produções textuais dos alunos referentes aos questionamentos do momento de problematização inicial no terceiro encontro, elaboramos o Quadro 27 com as seguintes unidades de significados, interpretações e categorias de análise:

Quadro 27- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para as questões desenvolvidas na problematização inicial do terceiro encontro

Unidades de Significados	Síntese Interpretativa	Categorias de Análise
“é muito calor”. (A1-Q1PIE3)	SI 1- Aponta “muito calor” identificando um ponto de como as mudanças climáticas estão afetando a Região Metropolitana do Recife (RMR).	1. Identificação
“as inundações”. (A6-Q1PIE3)	SI 2- Retrata que as mudanças climáticas afetam a RMR com as inundações, sendo assim, identificam um dos problemas retratando as inundações.	1. Identificação
“o deslizamento de terra”. (A13-Q1PIE3)	SI 3- Identifica o deslizamento de terra como um problema relativo as mudanças climáticas e está afetando a RMR.	1. Identificação
“mais doenças e viroses”. (A14-Q1PIE3)	SI 4- Retrata e identifica que mais doenças e viroses são um problema que afeta a RMR devido as mudanças climáticas.	1. Identificação
“perde tudo por conta da água”. (A13-Q2PIE3)	SI 5- Conclui que as pessoas que mora na região do litoral perdem tudo por conta da água.	5. Conclusões
“são atingidas pelo avanço do mar”. (A6-Q2PIE3)	SI 6- Chega à conclusão de que as pessoas que mora na região do litoral são atingidas pelo avanço do mar.	5. Conclusões
“as pessoas perdem as coisas e tem que tirar de seu bolso para repor”. (A15-Q2PIE3)	SI 7- Conclui que as pessoas que mora na região do litoral são impactadas ao perderem seus pertences e como consequência devem tirar do seu próprio dinheiro para ressarcir o que perdeu.	5. Conclusões

Fonte: Autora

Ao analisarmos as unidades de significados referente aos dois questionamentos propostos no momento de problematização inicial realizado no terceiro encontro, observamos que os alunos participaram mais da atividade, se comparado ao quantitativo de alunos que participaram deste momento de problematização inicial nos primeiro e segundo encontros.

Participaram deste momento cinco diferentes alunos (A1, A6, A13, A14, A15) entre os 35 alunos presentes. Acreditamos que esta maior participação dos alunos ocorreu devido às discussões realizadas anteriormente, que podem ter despertado nos alunos um maior interesse em participar ou uma maior segurança em propor suas concepções para a turma.

Novamente identificamos as categorias “1. Identificação” e “5. Conclusões”. Para o primeiro questionamento (Q1PIE3-Como as mudanças climáticas estão afetando a Região Metropolitana do Recife?), foi mobilizada apenas a categoria “1.

Identificação” como podemos observar, por exemplo, nas respostas dadas por A6 ao destacar “as inundações” (A6-Q1PIE3); o A13 aponta “o deslizamento de terra” (A13-Q1PIE3); o A14 ressalta “mais doenças e viroses” (A14-Q1PIE3). Isso mostra que o questionamento realizado possibilitou aos alunos apontarem problemas reconhecidos localmente.

A categoria “5. Conclusões” foi mobilizada para responder ao segundo questionamento (Q2PIE3-E quem mora na região do litoral que impactos são mais evidentes?), os alunos apontam algumas conclusões: A13 responde que as pessoas que moram no litoral “perdem tudo por conta da água” (A13-Q2PIE3); o A6 retrata que “são atingidas pelo avanço do mar” (A6-Q2PIE3); e o A15 ressalta que “as pessoas perdem as coisas e tem que tirar de seu bolso para repor” (A15-Q2PIE3).

Para finalizar, destacamos que foram elaboradas pelos alunos produções textuais para responder à seguinte situação problema que foi apresentada na terceira parte do caso:

Quadro 28: Situação problema apresentada na terceira parte do texto do caso no terceiro encontro

Situação Problema
SP- Considerando a situação que foi enfrentada na Ilha de Itamaracá-PE, na qual os moradores e frequentadores da Ilha sofreram com o avanço do mar e a erosão costeira, é possível observar os impactos provocados na economia local e na condição de vida da comunidade. Que ações a sociedade e o poder público poderiam propor para minimizar as problemáticas vivenciadas em Itamaracá e que podem ser utilizadas em outras regiões que passam pelos mesmos problemas?

Fonte: Autora

Com base nas produções dos alunos para a situação problema, construímos o Quadro 29 com as unidades de significado, sínteses interpretativas e categorias de análise:

Quadro 29- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para a situação problema apresentada no terceiro encontro

Unidades de Significados	Síntese Interpretativa	Categorias de Análise
“O poder público pode comprar/fazer casas para a população, porém não nas áreas de riscos, e a sociedade pode colaborar não construindo casas também nessas áreas.” (G1-SP)	SI 1- Compreende a existência do problema sociocientífico e apresenta uma solução para o problema ao apontarem a ação do poder público e a colaboração da sociedade. Fazendo julgamento em torno da QSC como uma forma de contribuir para o bem-estar da humanidade ao apontar a colaboração da sociedade em não construir em área de riscos. Estuda o problema de fora integral envolvendo os aspectos político e social, ao apontar ações políticas para	4. Tomada de decisão 8. Compreensão da existência da QSC 10. Estudo da QSC 11. Julgamento da QSC

	solucionar um problema ambiental enfrentado pela sociedade.	
“Exigir uma lei que proíbe fazer casas ou comércio perto dessas áreas de risco. Detectar o problema e tentar resolvê-lo.” (G2- SP)	SI 2- Compreende a existência do problema sociocientífico e faz a tomada de decisão diante do problema propondo para sua solução a criação de leis como uma forma de solução. A solução proposta envolve a criação de lei que é uma ação realizada pelo poder público em uma esfera legislativa para a criação de política públicas. A conclusão realizada na tomada de decisão envolve o aspecto político para a criação de leis para favorecer a sociedade que sofre com impactos ambientais. Relaciona os aspectos social, ambiental e político.	4.Tomada decisão 8. Compreensão da existência da QSC
“Fazer muros na barreira da praia, melhorar a estrutura da praia, fazer canais para a água passar minimizando as águas nas ruas.” (G3- SP)	SI 3- Compreende a existência do problema sociocientífico e aponta medidas para solucionar o problema com uma forma de tomada de decisão ao elencar maneiras que o problema pode ser resolvido.	4.Tomada decisão 8. Compreensão da existência da QSC
“Ajudando os moradores que ficaram desabrigados por conta das fortes chuvas, com roupas, alimentos, moradias, poderiam colocar as pessoas no abrigo, dando comida, dormida etc. Barreiras de pedras, existem pavimentos sustentáveis que deixam a água das chuvas infiltrarem em sua estrutura.” (G4-SP)	SI 4- Compreende a existência do problema sociocientífico e apontam medidas, e entre elas destaca de forma informada os pavimentos sustentáveis que permitem que a água da chuva se filtre em suas estruturas. E chega a conclusões para a tomada de decisão de uma maneira informada para a melhoria da qualidade de vida das pessoas ao sanar a situação problema.	8. Compreensão da existência da QSC 9.Apresentação de informações 12. Conclusões para a tomada de decisões
“Recomenda a todos para construir casa ou prédio numa distância relevante; para não invadir o território do mar. Também por causa da obra irregular feita em outro ponto da praia fez que água não tivesse para onde ir e acabou com que as casas que estavam mais perto da praia foram destruídas então o poder público deveria investir nas barreiras e construir as casas um pouco longe da margem da praia.” (G5-SP)	SI 5- Compreende a existência do problema sociocientífico e apresenta conclusões de como o problema foi desencadeado e fazem a tomada de decisão ao apontar medidas como a ação do poder público na criação de barreiras.	8. Compreensão da existência da QSC 12. Conclusões para a tomada de decisões

“[...] o poder público poderia proporcionar com recursos financeiros, poderia afastar os quiosques para não afetar os comerciantes da área e também fazer barreiras para proteger casas e comércios.” (G6-SP)	SI 6- Compreende a existência do problema sociocientífico e realiza a tomada a decisão para resolver o problema propondo a ação do poder público com a implementação de recursos financeiros. E estuda o problema de forma integral mobilizando os aspectos políticos e econômicos na solução do problema.	4.Tomada decisão 8. Compreensão da existência da QSC 10. Estudo da QSC
“Evitar construir nessas áreas de riscos.” (G7-SP)	SI 7- Compreende a existência do problema sociocientífico e aponta como tomada de decisão a medida de evitar construir em área de risco.	4.Tomada decisão 8. Compreensão da existência da QSC
“Fazer casas fora dos locais de riscos, e que a sociedade ajude a evitar esses tipos de coisas, ou seja, evitar construir nessas áreas de risco.” (G8--SP)	SI 8- Compreende a existência do problema sociocientífico e faz a tomada de decisão apontando o papel da sociedade e a construção de casas fora da área de risco.	4.Tomada decisão 8. Compreensão da existência da QSC
“O poder público poderia ajudar nas estruturas locais de turismo, com isso iria influenciar tanto no aumento de turistas e ajudando os comerciantes e minimizar futuras tragédias.” (G9-SP)	SI 9- Compreende a existência do problema sociocientífico e envolve na tomada de decisão a dimensão política para solucionar um problema ambiental que impacta a sociedade, realizando o estudo do problema de forma integral. Sendo propostas a ajuda na estruturação dos locais turísticos que estão sendo afetados.	4.Tomada decisão 8. Compreensão da existência da QSC 10. Estudo da QSC

Fonte: Autora

Em relação à tomada de decisão para a problemática do caso apresentada, envolvendo ações da sociedade civil e do poder público, destacam-se as seguintes: construção de casas fora da área de risco pelo poder público para população; a criação de leis que proíbem a construção em locais de riscos; a construção de muros na praia para atuar como barreiras e de canais para a água; a conscientização da sociedade para que não construam em áreas de risco; a utilização de pavimentos sustentáveis; a ajuda com alimento, roupas e moradia aos moradores desabrigados devido às fortes chuvas; a construção de casas longe da margem da praia; a ação do poder público para financiar a construção de barreiras para proteger casas e comércios; e também destacam a estruturação de locais turísticos, para promover o aumento de turistas, ajudando os comerciantes locais e minimizando os riscos de futuras tragédias.

Observamos que na unidade (G5-SP) ao propor medidas para minimizar o problema, os alunos apresentam um senso crítico ressaltando a questão de não

invadir o território do mar e analisando que as construções humanas realizadas de forma irregular acarretam destruição de casas próximas à praia.

Na unidade (G9-SP), os integrantes do G9 relacionam o problema ambiental que causa impactos sociais ao fator econômico, propondo a ação do poder público na estruturação dos locais turístico como uma medida que deve ser tomada para favorecer o aumento de turismo no local, ajudando a população local e minimizando os riscos de futuras tragédias.

Outros pontos que devem ser colocados em evidência são as responsabilidades do poder público em face da problemática, visto que os alunos (do G1, G6 e G9) enfatizam na tomada de decisão que o poder público deveria construir casas para população afetada, proporcionar recursos para afastar os quiosques das áreas de risco e construção de barreiras e também contribuir na estruturação dos locais turísticos.

Além disso, o G2 aponta a importância das leis e da fiscalização para evitar a construção de imóveis em locais de risco ou em áreas impróprias. Os grupos 1, 5, 7 e 8 ressaltam que a população não deve construir nessas áreas de risco, compreendemos que seja para evitar problemas como o que é apresentado na situação do caso, em que os moradores e frequentadores da Ilha de Itamaracá-PE sofrem com a erosão costeira provocada pelo avanço do mar. Ou seja, é necessário construir casas e comércios em locais seguros, para que não colocar em perigo suas próprias vidas.

Em face do exposto, é notável que os alunos apresentam concepções adequadas ao problema e tomam decisões acerca da situação real discutida.

Durante a análise das unidades de significados identificamos a mobilização das categorias de competências (formas de pensar mais complexas): 8. Compreensão da existência da QSC; 9. Apresentação de informações; 10. Estudo da QSC; 11. Julgamento da QSC; 12. Conclusões para a tomada de decisão. Também reconhecemos a presença da categoria “4. Tomada de decisão” que foi originada de uma capacidade. Neste Quadro 29, referente à situação problema, vemos que a categoria “8. Compreensão da existência da QSC” foi mais mobilizada, estando presente nas 9 unidades que compõem o Quadro 29.

Neste viés, ressaltamos que a categoria “8. Compreensão da existência da QSC” está presente em todas as unidades, dado que ao propor a tomada de decisão os alunos que integram os grupos compreendem a existência do problema. Não há

como tomar decisão ou fazer julgamentos éticos e avaliações em torno da QSC sem ter realizado a compreensão da existência do problema. E ainda, poderíamos destacar as categorias “2. Análise” e “5. Conclusões” em todas as unidades, mas não as pontuamos pelo motivo de que as outras categorias propostas já abrangem estas.

Então, não elencamos mais categorias advindas das capacidades, pois as categorias originadas das competências por si só já trazem esse apanhado maior que abrange algumas capacidades, ficando claro que as capacidades são bases para o desenvolvimento do conjunto de competências como Torres e Solbes (2018) definem o pensamento crítico.

Neste trabalho, salientamos que estas capacidades também são relevantes para a mobilização das competências que uma pessoa com pensamento crítico demandaria na abordagem QSC, como foi possível observar nas unidades de significados analisadas referentes à problematização inicial no primeiro, segundo e terceiro encontros. Com o desenvolvimento da intervenção, e por meio das discussões e atividades, categorias originadas das competências começaram a ser mobilizadas, como aconteceu nas questões de reflexão, charges e situação problema. E, vale lembrar, as competências são formas de compreender mais complexas e, portanto, já abarcam as capacidades de forma implícita.

Entre as categorias já citadas elencamos algumas unidades de significados correspondentes a elas. Nas unidades observamos as categorias 4, 8, 10 e 11 quando o G1 reconhece que “O poder público pode comprar/fazer casas para a população, porém não nas áreas de riscos, e a sociedade pode colaborar não construindo casas também nessas áreas” (G1-SP); as categorias 4 e 8 são identificadas a partir da resposta do G2 ao apontar que é necessário “Exigir uma lei que proíbe fazer casas ou comércio perto dessas áreas de risco. Detectar o problema e tentar resolvê-lo” (G2-SP); e as categorias 8, 9 e 12 são identificadas na concepção proposta pelo G4 ao relatarem que uma forma de solucionar o problema poderia ser “Ajudando os moradores que ficaram desabrigados por conta das fortes chuvas, com roupas, alimentos, moradias, poderiam colocar as pessoas no abrigo, dando comida, dormida etc. Barreiras de pedras, existem pavimentos sustentáveis que deixam a água das chuvas infiltrarem em sua estrutura” (G4-SP).

Ainda observamos que os alunos compreendem o problema sociocientífico, apresentam conclusões sobre o problema do avanço do mar e erosão costeira da Ilha de Itamaracá-PE e sugerem tomada de decisão de forma informada para promover a

melhoria na qualidade de vida daquelas pessoas e a transformação social ao propor medidas para amenizar o problema enfrentado, como podemos evidenciar a mobilização das categorias 8 e 12 pelo G5 ao enfatizar a necessidade de “Recomenda a todos para construir casa ou prédio numa distância relevante; para não invadir o território do mar. Também por causa da obra irregular feita em outro ponto da praia fez que água não tivesse para onde ir e acabou com que as casas que estavam mais perto da praia foram destruídas então o poder público deveria investir nas barreiras e construir as casas um pouco longe da margem da praia” (G5-SP).

Adicionalmente, verificamos a mobilização das categorias 4, 8 e 10 por G6, ao destacar que “[...] o poder público poderia proporcionar com recursos financeiros, poderia afastar os quiosques para não afetar os comerciantes da área e também fazer barreiras para proteger casas e comércios” (G6-SP) e quando o G9 retrata que “O poder público poderia ajudar nas estruturas locais de turismo, com isso iria influenciar tanto no aumento de turistas e ajudando os comerciantes e minimizar futuras tragédias” (G9-SP).

Estes posicionamentos tomados pelos alunos diante da situação problema nos mostra que a abordagem QSC possui o potencial de favorecer o posicionamento do indivíduo, ou seja, abordagem de situações mais complexas contextualizadas permite aos alunos assumirem posturas críticas perante a questões sociocientíficas, tais como a das mudanças climáticas que apresentamos por meio do caso interrompido.

Ademais, a abordagem da QSC Mudanças Climáticas possibilita o desenvolvimento de capacidade e competências do pensamento crítico como a tomada de decisão e a compreensão da ciência e de seu envolvimento com a sociedade. Além disso, favorece a promoção do conhecimento científico referente às mudanças climáticas e da comunicação (Ribeiro e Tenreiro- Vieira, 2014), uma vez que os alunos interajam na sala de aula expondo suas concepções para as atividades realizadas.

Acerca da atividade do grupo focal, os alunos responderam questionamentos acerca de três temas: 1. Sobre as mudanças climáticas; 2. Os impactos sociais e ambientais causados pelas mudanças climáticas; e 3. Sobre a intervenção. O Quadro 30 apresenta em detalhes as perguntas propostas referentes à cada tema:

Quadro 30- Questionamentos acerca dos três temas durante a atividade do Grupo Focal

Questionamentos realizados no Grupo Focal
PAT1GF - O que vocês entendem sobre as mudanças climáticas?
Q1T1GF - O que são as mudanças climáticas?
Q2T1GF - Quais as causas das mudanças climáticas?
QEXT1GF - Quais seriam as causas do aumento do nível do mar?
Q3T1GF - O que vocês aprenderam de novo com a intervenção sobre as mudanças climáticas?
Q1T2GF - Quais impactos sociais e ambientais?
GFT2Q2 - Como e quem deve assumir a responsabilidade?
QEXT2GF - Vocês acham que essas pessoas que são prejudicadas pelo avanço do mar a culpa é só delas por construir ali ou teria outro fator ambiental que provocaria isso?
Q3T2GF - Há algo que nós possamos fazer?
Q1T3GF - Quais pontos positivos das aulas?
Q2T3GF - Quais pontos negativos das aulas?
Q3T3GF - E que temas relacionados com as mudanças climáticas vocês teriam o interesse de aprender mais?

Fonte: Autora

E seguindo o processo de tratamento dos dados com base na análise textual discursiva, elencamos no Quadro a 31 as unidades de significados referentes à atividade do Grupo Focal que realizamos após o desenvolvimento dos três encontros em que era composta a sequência didática que abordava a QSC Mudanças Climáticas:

Quadro 31- Unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias de análise referentes às produções textuais dos alunos para os questionamentos debatidos na atividade do grupo focal

Unidades de Significados	Síntese Interpretativa	Categorias de Análise
“tanto as mudanças climáticas ela pode fazer bem para nossa vida como pode fazer mal; bem que as vezes está muito seco e quente, quando chove fica o clima fresquinho e arejado. Mal é que as vezes pode chover muito e as pessoas que têm casa sem uma boa estrutura e acaba alagando, caindo e pode cair barreiras”. (A8- PAT1GF)	SI 1- Elabora uma conclusão quanto as consequências das mudanças climáticas na sociedade, retratando que podem fazer mal e bem. Relata que pode provocar chuvas e pessoas que moram em casas que não possuem uma boa estrutura podem sofrer com alagamentos e queda de barreiras.	5. Conclusões

<p>“as mudanças climáticas vária de acordo com a temperatura que o mundo se encontra. Hoje mesmo nos tempos atuais, como as geleiras estão descongelando o clima fica mais quente”. (A15- Q1T1GF)</p>	<p>SI 2- Retrata que as mudanças climáticas vária de acordo com a temperatura vária e que nos das atuais com o derretimento das geleiras o clima fica mais quente. Compreende que o problema das mudanças no clima envolve o derretimento de geleiras e o clima mais quente. E de certa forma, as mudanças climáticas acarreta na elevação da temperatura que por sua vez provoca o derretimento das geleiras. Mas em linhas gerais com as concepções apresentadas compreende a existência do problema das mudanças climáticas.</p>	<p>5.Conclusões</p> <p>8. Compreensão da existência da QSC</p>
<p>“as fábricas, as queimadas, principalmente, queimadas”. (A15- Q2T1GF)</p>	<p>SI 3- Identifica o problema/ a causa que provoca as mudanças climáticas.</p>	<p>1.Identificação</p>
<p>“nível do mar”. (A8- Q2T1GF)</p>	<p>SI 4- Identifica um dos problemas que é desencadeado/ efeito das mudanças climáticas.</p>	<p>1.Identificação</p>
<p>“as fortes chuvas e o derretimento das geleiras”. (A8- QEXT1GF)</p>	<p>SI 5- Identifica que as fortes chuvas e derretimento das geleiras são problemas que acarretaram o avanço do nível do mar.</p>	<p>1.Identificação</p>
<p>“o negócio do clima já tinha visto em geografia, mas não da maneira que a senhora trouxe para gente conhecer melhor. Esse negócio do mar mesmo que invadiram eu já tinha ouvido falar, mas quando a senhora trouxe aprofundou mais eu entendi melhor de que na aula de geografia”. (A8- Q3T1GF)</p>	<p>SI 6- Retrata o contanto inicial com a temática do clima e aponta que a questão do avanço do mar já tinha ouvido falar, no entanto só compreendeu de forma melhor durante as aulas com o aprofundamento do tema.</p>	<p>14.Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas</p>
<p>“a barreira que cai nas casas das pessoas”; “como a chuva/ enchente quando deu em Recife teve gente que perdeu tudo suas casas, móveis e até seus parentes”. (A8- Q1T2GF)</p>	<p>SI 7- Identifica os impactos sociais e ambientais que impactam a população e argumenta que com as enchentes as pessoas perderam tudo.</p>	<p>1.Identificação</p>
<p>“as enchentes”. (A7- Q1T2GF)</p>	<p>SI 8- Identifica um problema ambiental que impacta a sociedade.</p>	<p>1.Identificação</p>
<p>“o governo, tem muita coisa que estão mascarando invés de resolver passam a mão e falam que resolvem, mas não</p>	<p>SI 9- Realiza o julgamento moral de que o governo deve assumir a culpa pelas mudanças climáticas e</p>	<p>6. Julgamento moral</p>

resolvem o problema". (A7-Q2T2GF)	argumentam que não resolvem o problema só o esconde.	
"as chuvas e derretimentos das geleiras"; "não era para ter construído como foi construído ali porquê quando o nível do mar for avançar vai cobrir tudo ali de água"; "nós seres humanos também temos que ter consciência do que estamos fazendo". (A8-QEXT2GF)	SI 10- Identifica que as chuvas e o derretimento das geleiras são fatores ambientais que provocam o avanço do mar e conseqüentemente impactam as pessoas. E além disso, faz um julgamento moral refletindo que os seres humanos devem ter consciência de suas ações.	1. Identificação 6. Julgamento moral
"as ações humanas". (A15-QEXT2GF)	SI 11- Retrata que a ação humana desencadeia os problemas.	1. Identificação
"fazer campanhas. E como somos estudantes poderia ter palestras para conscientizar mais os alunos porque grande maioria não pensa dessa maneira sobre essas coisas". (A8-Q3T2GF)	SI 12- Elaboram conclusões e tomam decisões relatando que deveriam ser realizadas campanhas. Além disso, aponta que deveriam ser promovidas palestras para conscientizar os alunos, argumentando que boa parte ainda não reflete sobre este assunto.	4. Tomada decisão 5. Conclusões
"conscientizar a população sobre isso porque nem eu sabia sobre o avanço do mar em Recife, não sabia". (A15-Q3T2GF)	SI 13- Realiza a elaboração de conclusão e tomada de decisão propondo a conscientização da população como uma ação que pode ser tomada acerca das mudanças climáticas.	4. Tomada decisão 5. Conclusões
"campanhas são o ponto chave". (A7-Q3T2GF)	SI 14- Conclui que campanhas são um ponto fundamental como ação contra as mudanças climáticas.	5. Conclusões
"trouxe informações que a gente não sabia, a gente aprendeu". (A15-Q1T3GF)	SI 15- Retrata diante da intervenção realizada em sala de aula que um ponto positivo foi a apresentação de informações que ainda não sabia, mas que com as discussões aprendeu.	14. Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas
"tinha notícias que a gente sabia, mas não detalhadamente porque tinha acontecido e quando ela trouxe essa aula foi muito bom, eu mesmo amei, esse caso dos gases poluentes da vaca. Não sabia que era uma coisa que prejudica tanto o nosso dia a dia". (A8-Q1T3GF)	SI 16- Retrata suas concepções pessoais sobre a intervenção realizada. E afirma que não sabia que o problema era algo que impactava tanto no dia a dia.	14. Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas

<p>“só as pessoas que não prestavam atenção. E a falta de educação de esperar o outro falar para depois poder falar alguma coisa. Mas em compensação foi maravilhoso, pelo menos esse tempo todinho que estou estudando nunca tive uma experiência dessa”. (A8-Q2T3GF)</p>	<p>SI 17- Sobre seu ponto de vista relata que um ponto negativo da intervenção foi a falta de atenção da turma. E ressalta que em compensação que foi maravilhoso, afirma que todo o tempo que vem estudando nunca teve uma experiência como essa. Isso mostra a relevância das discussões para este aluno.</p>	<p>14.Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas</p>
<p>“as pessoas que não prestavam atenção e que não dava importância”. (A7- Q2T3GF)</p>	<p>SI 18- Retrata como um ponto negativo as pessoas que não davam importância e não prestavam atenção.</p>	<p>14.Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas</p>
<p>“gostaria de aprender mais sobre o avanço do mar e a chuva”. (A8- Q3T3GF)</p>	<p>SI 19- Relata que teria interesse de aprender mais sobre o tema na parte acerca do avanço do mar e da chuva.</p>	<p>14.Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas</p>

Fonte: Autora

Referente à pergunta de abertura no tema 1 (O que vocês entendem por mudanças climáticas?), A8 aponta que “tanto as mudanças climáticas ela pode fazer bem para nossa vida como pode fazer mal; bem que às vezes está muito seco e quente, quando chove fica o clima fresquinho e arejado. Mal é que as vezes pode chover muito e as pessoas que têm casa sem uma boa estrutura e acaba alagando, caindo e pode cair barreiras” (A8-PAT1GF). A partir desta resposta podemos observar, em parte, uma visão a respeito das mudanças climáticas. O que pontua como o seu lado do “bem” parece se tratar da passagem das estações do ano como do verão para o inverno, não estando associado às mudanças no clima, visto que estas mudanças são consideradas transformações de longo prazo nos padrões de temperatura e do clima segundo a ONU (2021b). Por outro lado, faz relação entre as fortes chuvas, os alagamentos e quedas de barreiras, enquanto consequências dos efeitos das mudanças no clima.

A partir da resposta do A8 ao relatar que “o negócio do clima já tinha visto em Geografia, mas não da maneira que a senhora trouxe para gente conhecer melhor. Esse negócio do mar mesmo que invadiram eu já tinha ouvido falar, mas quando a senhora trouxe aprofundou mais eu entendi melhor de que na aula de geografia” (A8-Q3T1GF), foi possível observar que antes da realização e discussão da temática por meio da intervenção, os alunos já sabiam da existência dos problemas, porém, não haviam vivenciado uma experiência com abordagem dos conhecimentos científicos envolvidos e da dimensão geral do problema, suas causas e consequências.

Observamos que alguns questionamentos favoreceram e conduziram para a mobilização da categoria “1. Identificação” como podemos destacar no tema 1 (Sobre as mudanças climáticas) para a segunda questão (Q2T1GF- Quais as causas das mudanças climáticas?), em que o A15 oferece uma resposta para essa pergunta destacando “as fábricas, as queimadas, principalmente, queimadas” (A15- Q2T1GF) e o A8 aponta o “nível do mar” (A8- Q2T1GF). E também é possível observar no tema 2 (Os impactos sociais e ambientais causados pelas mudanças climáticas) a mobilização desta categoria para a primeira questão (Q1T2GF- Quais impactos sociais e ambientais?), em que os alunos identificam problemas/ impactos sociais desencadeados pelas mudanças climáticas como é possível observar na resposta do A8 ao destacar “a barreira que cai nas casas das pessoas” (A8- Q1T2GF) e na concepção proposta pelo A7 ao elencar “as enchentes” (A7- Q1T2GF).

De forma geral, neste quadro de unidades de significados referentes aos questionamentos realizados na atividade do grupo focal, identificamos a mobilização expressiva da categoria “1. Identificação”. E, além desta categoria, foram mobilizadas as categorias: “4. Tomada decisão; 5. Conclusões; 6. Julgamento moral; 8. Compreensão da existência da QSC”.

Ainda, verificamos a emergência da categoria “14. Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas” que foi definida de forma *posteriori*, uma vez que algumas unidades foram originadas de produções textuais dos alunos produzidas para responder ao terceiro questionamento referente ao primeiro tema (Q3T1GF- O que vocês aprenderam de novo com a intervenção sobre as mudanças climáticas?) e também para atender a temática 3 (Tema 3: Sobre a intervenção) que apresentava questionamentos sobre os pontos positivos, negativos e os interesses pessoais dos alunos em aprenderem mais sobre o assunto (1. Quais pontos positivos das aulas? 2. Quais pontos negativos das aulas; 3. Que temas relacionados com as mudanças climáticas vocês teriam o interesse de aprender mais?). Sendo assim, as categorias que foram definidas previamente não se enquadravam e não puderam ser identificadas nas unidades de significados relativas à questão (Q3T1GF) e aos questionamentos propostos no tema 3. Então, ao analisarmos estas unidades, não identificamos as categorias de análise que definimos *a priori*, mas observamos a mobilização da exposição de opiniões dos alunos sobre os momentos vivenciados durante a intervenção com abordagem da QSC Mudanças Climáticas. À vista disso,

constatamos a emergência de uma nova categoria, a qual denominamos como “14 Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas”.

Diante das categorias observadas nas unidades de significados, passamos agora a pontuar as unidades de significados que consideramos mais relevantes, uma vez que foram muitas unidades selecionadas.

Foi possível identificar as categorias 5 e 8 quando o A15 elenca que “as mudanças climáticas varia de acordo com a temperatura que o mundo se encontra. Hoje mesmo nos tempos atuais, como as geleiras estão descongelando o clima fica mais quente” (A15- Q1T1GF); a categoria 6 é observada na resposta do A7 ao retratar que “o governo, tem muita coisa que estão mascarando invés de resolver passam a mão e falam que resolvem, mas não resolvem o problema” (A7- Q2T2GF); e as categorias 4 e 5 são mobilizadas na fala do A8 quando apontam “fazer campanhas. E como somos estudantes poderia ter palestras para conscientizar mais os alunos porque grande maioria não pensa dessa maneira sobre essas coisas” (A8- Q3T2GF), como ações que podemos fazer para enfrentar o problema das mudanças climáticas.

Na categoria emergente “14. Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas”, observamos aspectos do que aprenderam de novo nas respostas propostas para o terceiro questionamento relativo ao primeiro tema (Q3T1GF- O que vocês aprenderam de novo com a intervenção sobre as mudanças climáticas?). O A8 aponta que foi “o negócio do clima já tinha visto em geografia, mas não da maneira que a senhora trouxe para gente conhecer melhor. Esse negócio do mar mesmo que invadiram eu já tinha ouvido falar, mas quando a senhora trouxe aprofundou mais eu entendi melhor de que na aula de geografia” (A8- Q3T1GF).

Sobre o primeiro questionamento do terceiro tema (Q1T3GF- Quais pontos positivos das aulas?), o A15 destaca que a intervenção com a abordagem da QSC Mudanças Climáticas “trouxe informações que a gente não sabia, a gente aprendeu” (A15- Q1T3GF) e o A8 relata que “tinha notícias que a gente sabia, mas não detalhadamente porque tinha acontecido e quando ela trouxe essa aula foi muito bom, eu mesmo amei, esse caso dos gases poluentes da vaca. Não sabia que era uma coisa que prejudica tanto o nosso dia a dia” (A8- Q1T3GF).

Já para o segundo questionamento (Q2T3GF-Quais pontos negativos das aulas?), um aluno ressalta “as pessoas que não prestavam atenção e que não dava importância” (A7- Q2T3GF). E acerca da terceira questão (Q3T3GF- E que temas relacionados com as mudanças climáticas vocês teriam o interesse de aprender

mais?), outro aluno retrata que “gostaria de aprender mais sobre o avanço do mar e a chuva” (A8- Q3T3GF). Diante dessas unidades, percebemos opiniões pessoais dos alunos sobre as aulas e seus interesses em aprender mais sobre o tema.

De uma maneira geral, ao analisarmos as unidades de significados constituídas nesta pesquisa, as quais foram organizadas em quadros de acordo com as atividades (questões referentes aos momentos de problematização inicial nos três encontros, questões de reflexão, charges, situação problema e grupo focal), foi possível identificar a mobilização de categorias determinadas *a priori* e de categorias surgidas *a posteriori*, isto é, definidas ao emergirem durante o processo de análise. Com isso, atendemos ao objetivo específico de identificar a mobilização de elementos (capacidades e competências) do pensamento crítico⁶ nas discussões e nas atividades desenvolvidas pelos estudantes ao longo da abordagem educativa da QSC mudanças climáticas.

Sendo assim, ao identificarmos as categorias *a priori* foi possível verificar a mobilização de elementos do pensamento crítico, como as capacidades e competências que uma pessoa com pensamento crítico possuiria/ demandaria na abordagem QSC, a partir das discussões e das atividades desenvolvidas pelos estudantes ao longo da abordagem educativa da QSC mudanças climáticas. Foram mobilizadas, na respectiva frequência, as seguintes categorias propostas com base nas capacidades:

1. Identificação (34 vezes), que em termos quantitativos⁷ foi a mais mobilizada ao longo dos três encontros como podemos observar nos quadros de unidades de significados construídos;

2. Análise (6 vezes)

3. Argumentação (4 vezes)

4. Tomada de decisão (9 vezes)

5. Conclusões (29 vezes)

6. Julgamento moral (3 vezes)

7. Mobilização de conhecimentos científicos e socioambientais (2 vezes), em termos quantitativos foi a categoria *a priori* menos mobilizada.

⁶ Considerando que as categorias definidas *a priori* foram propostas a partir de capacidades (Torres; Solbes, 2018 e Solbes; Torres, 2012), logo, podem ser compreendidas juntas como “elementos do pensamento crítico”.

⁷ Um quadro completo da quantificação de todas as categorias empregadas no estudo consta na página 175.

Também observamos nas unidades de significados as categorias que foram originadas das competências que uma pessoa com pensamento crítico possuiria/demandaria na abordagem QSC, as quais segundo Torres e Solbes (2018, p.61, tradução nossa) podem ser denominadas de competências críticas assumidas como capacidades que permitem o indivíduo se preparar para “emitir próprios juízos,[...], buscar processos de indagação frente a problemas, ideologias e informação, abrir espaços dialógicos e críticos como uma forma de manifestação e intervenção social”. Essas competências demandam uma complexidade maior nas respostas propostas. Verificamos a mobilização das seguintes categorias:

8. Compreensão da existência da QSC (13 vezes)
9. Apresentação de informações (3 vezes)
10. Estudo da QSC (3 vezes)
11. Julgamento da QSC (5 vezes)
12. Conclusões para a tomada de decisões (3 vezes)

E, além destas, identificamos duas categorias emergentes em unidades de significados que não se enquadravam nas categorias definidas *a priori*, as novas categorias identificadas foram as seguintes:

13. Desconhecimento acerca do assunto (1 vez)
14. Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas (6 vezes)

Ainda que todas as categorias definidas *a priori* tenham sido mobilizadas, a “10. Estudo da QSC” que se refere ao estudo do problema sociocientífico de uma forma integral, relacionando aspectos científicos, tecnológicos, éticos, sociais, econômicos, ambientais e políticos, que é considerado como uma das dificuldades para o desenvolvimento do pensamento crítico de acordo com Solbes e Torres (2012). Estes autores apontam o estudo do problema sociocientífico tanto como competência do PC em uma abordagem QSC quanto como dificuldade que impede a promoção do PC, isso indica a complexidade do estudo do problema sociocientífico de forma integral ao ser exposto esse duplo delineamento como competência e dificuldade.

Adicionalmente, Torres e Solbes (2018) apontam o estudo da ciência a partir da multidimensionalidade, designado como o estudo de um problema sociocientífico de uma forma integral envolvendo as dimensões científica, técnica, social, cultural, ética, econômica, cultural e ambiental, como um obstáculo na promoção do pensamento crítico na educação científica. As dimensões multidimensionais são consideradas como mais complexas por relacionarem os conceitos científicos e cotidianos.

A mesma dificuldade ou obstáculo encontramos em nosso trabalho, visto que a categoria 10. Estudo da QSC só foi mobilizada na atividade de situação problema por ser mais complexa, pelo fato de que envolve diversas dimensões e a relação entre os conceitos científicos e cotidianos, requerendo uma maior compreensão e clareza na linguagem (Torres; Solbes, 2018).

De modo geral, podemos salientar que a partir da intervenção didática proposta houve a identificação de pensamento crítico, ou ainda melhor dizendo, podemos considerar que ocorreu a mobilização de elementos que caracterizam o desenvolvimento do pensamento crítico em uma abordagem QSC, que foram as capacidades e competências.

Portanto, ao identificarmos estes elementos podemos concluir que os alunos do ensino médio que participaram da intervenção apresentaram elementos do pensamento crítico, sendo identificadas capacidades e competências críticas mobilizadas a partir das reflexões e discussões acerca da QSC Mudanças Climáticas.

Ainda, ressaltamos com base nesses resultados, que a QSC favoreceu a compreensão do conteúdo científico relacionado às mudanças climáticas, por meio do uso do método de caso interrompido, proporcionando aos alunos oportunidades para manifestarem, além do conhecimento científico mobilizado, conhecimentos políticos e éticos para tomadas de decisões, tanto em posicionamentos individuais para as questões propostas nos momentos de problematização inicial, quanto em posicionamentos coletivos diante das atividades das questões de reflexão, charges e situação problema sobre a QSC em tela (Torres; Martínez-Pérez, 2011; Torres; Solbes, 2018).

6.2. ESTRATÉGIAS/RECURSOS QUE FAVORECERAM O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Neste tópico buscamos atender ao objetivo específico de analisar estratégias/recursos que favoreceram o desenvolvimento do pensamento crítico no processo de ensino-aprendizagem.

Ao analisarmos as unidades referentes às produções textuais que foram elaboradas pelos alunos para os questionamentos propostos nos momentos de problematização inicial, durante os três encontros, observamos que nesta atividade a categoria “1. Identificação” foi a mais percebida.

Isso pode ter ocorrido devido ao fato de que alguns questionamentos propostos conduziam para a identificação de problemas relacionados às mudanças climáticas. Sendo assim, favoreciam que houvesse a identificação de problemas em boa parte das respostas dos alunos, já que na problematização inicial foram apresentados questionamentos, por exemplo, como: Q4PIE1- Vocês conhecem as consequências dos efeitos das mudanças climáticas na Região Metropolitana do Recife?; Q1PIE2- O que está fazendo a temperatura global aumentar?; Q2PIE2- O que vem provocando essas mudanças e ocasionam esses efeitos?; Q1PIE3- Como as mudanças climáticas estão afetando a Região Metropolitana do Recife?, entre outras questões. Estes foram alguns questionamentos realizados que levaram os alunos a responderem a partir da identificação de problemas relativos à causas e consequências das mudanças climáticas.

Já nas unidades de significados referentes à terceira questão proposta no momento de problematização inicial do segundo encontro (Q3PIE2-Quais as influências das ações humanas nas mudanças climáticas?) e acerca da segunda questão elencada no terceiro encontro (Q2PIE3- Quem mora na região do litoral que impactos são mais evidentes?), a categoria “5. Conclusões” foi mobilizada. Acreditamos, que o fato de termos discutido o tema no primeiro encontro pode ter contribuído para a mobilização desta categoria além da categoria *a priori* “1. Identificação” e da categoria emergente “13. Desconhecimento acerca do assunto”, as quais foram as únicas identificadas no primeiro encontro nas unidades de significados da problematização inicial. Nesta direção, as discussões e os questionamentos realizados proporcionaram a mobilização da categoria “5.

Conclusões” nas respostas dos alunos para questionamentos propostos no momento de problematização inicial no segundo e terceiro encontro.

Logo, observamos a presença das categorias definidas *a priori* “1. Identificação” e “5. Conclusões” nas unidades de significados referentes aos questionamentos realizados na problematização inicial desenvolvida no segundo e terceiro encontro. No entanto a categoria “1. Identificação” foi a mais mobilizada nas unidades referentes aos momentos de problematização inicial desenvolvidos nos três encontros.

Referente às questões de reflexão, observamos a mobilização de um maior número de categorias de análise definidas *a priori*, isso caracteriza que após as discussões da primeira parte do caso e os questionamentos propostos no caso foram potencializadores da mobilização de categorias que ainda não haviam sido mobilizadas. Além da categoria “1. Identificação”, foram identificadas: 3. Argumentação; 5. Conclusões; 6. Julgamento moral; 7. Mobilização de conhecimentos científicos e socioambientais; 8. Compreensão da existência da QSC; 9. Apresentação de informações; e 11. Julgamento da QSC. Isso nos mostra que esta atividade proporcionou a mobilização de categorias que exigiam uma maior complexidade, que foram as 8, 9 e 11.

Acerca das charges conseguimos identificar que a atividade proporcionou a alguns grupos o desenvolvimento de competências que demandam uma maior complexidade, ao interpretarem e analisarem as charges. Neste viés, podemos observar que a atividade da charge permitiu a mobilização das categorias 1, 2,5 e das 8,9 e 12 que exigem respostas mais complexas, isso pode ser observado pelo fato de G1 e G6 terem compreendido a existência de problemas sociocientíficos ao mobilizarem conhecimentos científicos e informações para explicar que os gases metanos emitidos pelas vacas causam poluição e são liberados cerca de 100 kg por dia pelos bovinos (G6-CG4) e ao proporem a tomada de decisão informada para promover a transformação social ao solucionar uma situação problema a partir das propostas de ação de governos acerca da infraestrutura (G1-CG1).

Sobre as unidades de significados que foram constituídas para a situação problema apresentada na terceira parte do caso, notamos a mobilização de todas as categorias advindas das competências, possibilitando a mobilização de diversas capacidades para compreensão de uma problemática que necessita a tomada de decisão e envolve diversos aspectos sociocientíficos.

Nesta perspectiva, a atividade promoveu a mobilização de todas as categorias que foram originadas das competências que uma pessoa com pensamento crítico possuiria/ demandaria na abordagem QSC referentes a “8. Compreensão da existência da QSC, 9. Apresentação de informações, 10. Estudo da QSC, 11. Julgamento da QSC, 12. Conclusões para a tomada de decisões” e da categoria “4. Tomada de decisão” que foi proveniente de uma das capacidades.

Compreendemos que a atividade de situação problema proposta na terceira parte do caso durante o terceiro encontro foi uma estratégia didática potencializadora que favoreceu a mobilização de elementos (capacidades e competências, propostas nas categorias de análise) que caracterizam o desenvolvimento do pensamento crítico no processo de ensino-aprendizagem.

A partir da situação real apresentada que demandava a tomada de decisão por parte dos alunos e envolvia diversos aspectos sociocientíficos possibilitou que as categorias advindas das competências fossem desenvolvidas, também elencamos que tal feito também pode ter sido desencadeado devido às discussões que foram tecidas nos dois encontros anteriores com o debate dos questionamentos na problematização inicial nos três encontros, a leitura da primeira parte do texto do caso juntamente com o vídeo, a discussão das questões de reflexão, a leitura da segunda parte do texto do caso, a interpretação e análise da charge no segundo encontro e, por fim, a leitura da terceira parte do caso mais o vídeo no terceiro encontro.

A situação problema proporcionou a reflexão dos alunos e contribuiu com a mobilização de conhecimentos necessários para apontar ações que poderiam ser tomadas diante de um problema real, qual seja, o avanço do mar e a erosão costeira vivenciado por moradores da Ilha de Itamaracá-PE. Esta atividade se configura como uma estratégia essencial na discussão da temática por promover a tomada de decisão por parte dos alunos acerca da questão sociocientífica que envolve diversos aspectos sociocientíficos e conteúdos científicos e tecnológicos.

A mobilização das categorias evidencia a relevância que possuem as atividades de reflexão (questões de reflexão, charges e situação problema), as quais apontamos neste trabalho como constituintes do método de caso interrompido. Elas demonstram potencial para a mobilização de aspectos sociocientíficos, conforme propõem Conrado e Nunes-Neto (2018), que as denominam como *questões norteadoras* e ressaltam seu potencial de favorecer o alcance dos objetivos de aprendizagem almejados.

Por sua vez, o grupo focal foi o instrumento que nos permitiu avançar no entendimento da visão de um grupo de alunos sobre a temática trabalhada, bem como suas atitudes e percepções, conforme é evidenciado por Trad (2009). Neste sentido, essa foi uma estratégia didática que nos permitiu notar que a intervenção contribuiu para construção de conhecimentos destes alunos e de elementos do pensamento crítico. Como dito anteriormente, exemplos disso foram as respostas obtidas para a terceira questão do segundo tema (Q3T2GF- Há algo que nós possamos fazer?), em que o A8 aponta a realização de campanhas e a conscientização dos alunos (A8-Q3T2GF) e A15 retrata a conscientização da população na unidade (A15- Q3T2GF).

E notamos a compreensão da existência do problema sociocientífico, ou seja, a “8. Compreensão da QSC” Mudanças Climáticas para o primeiro questionamento referente ao Tema 1 (Q1T1GF- O que são as mudanças climáticas?), quando o A15 aponta na unidade (A15- Q1T1GF) que o problema das mudanças climáticas envolve o derretimento das geleiras e o clima mais quente.

Ainda, ressaltamos que esta atividade, em especial, proporcionou além de informações sobre as concepções acerca das mudanças climáticas pelos alunos, a identificação das opiniões dos alunos sobre as atividades desenvolvidas na intervenção didática em si, ao analisarmos suas respostas sobre o que aprenderam de novo, os pontos positivos, negativos e seus interesses em aprender mais sobre o tema. Ou seja, a estratégia possibilitou a exposição de pontos de vistas, no que resultou na emergência da categoria “14. Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas”. Entendemos que esta estratégia foi fundamental para que compreendêssemos como e o quê os alunos apreenderam de novo sobre as mudanças climáticas, suas opiniões sobre os pontos bons e ruins das aulas o que dar margem para que possamos adaptar a intervenção para, possivelmente, uma nova aplicação. Também foi possível identificar quais assuntos relacionados às mudanças climáticas os alunos possuem mais interesse de aprofundar seus conhecimentos.

Nesta perspectiva, de uma maneira geral, reforçamos que inicialmente nos quadros de unidades iniciais só conseguimos identificar as categorias que foram originadas das capacidades e após o desenvolvimento das atividades identificamos a mobilização de outras categorias, entre elas estavam as categorias que foram originadas com base nas competências que uma pessoa com pensamento crítico possuiria/ demandaria na abordagem QSC, as quais podem ser consideradas como categorias mais complexas pelo fato de envolverem mais elementos e por

consideramos que só são mobilizados por meio da mobilização de algumas capacidades que acabam ficando implícitas nas competências. Destacamos essas considerações com base nas observações da prática, estando em consonância com as concepções de Torres e Solbes (2018) que retratam a necessidade das capacidades para serem mobilizadas as competências.

Além disso, salientamos que a mobilização das categorias se deu de uma forma gradual e também algumas atividades favorecem mais que outras atividades a mobilização delas, como é o caso da situação problema no terceiro encontro, momento em que todas as categorias provenientes das competências do PC em uma abordagem QSC foram mobilizadas isso implica que esta atividade é uma estratégia potencializadora para a mobilização de elementos que caracterizam o desenvolvimento do pensamento crítico.

Enfatizamos que a forma gradual como as categorias foram mobilizadas também pode estar relacionada com a maneira que a QSC Mudanças Climáticas foi desenvolvida, uma vez que foi abordada em sala de aula por meio do caso interrompido discutido e apresentado de forma gradual, o mesmo norteou toda intervenção e é composto por todas outras atividades que fazem parte da sequência didática como: as questões realizadas nos momentos de problematização inicial, os textos do caso para os três encontros, as questões de reflexão, as charges e a situação problema na terceira parte do caso, além dos recursos utilizados como os vídeos sobre a problemática apresentada no caso.

Neste viés, diante de sua potencialidade, destacamos que, conforme Herreid (2012), o estudo de caso pode favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico e o caso interrompido pode ser configurado como o melhor método, por desafiar os alunos a resolverem um problema real, trabalhando ao longo da abordagem com diversas visões para solucionar um problema. Sendo assim, o caso interrompido, em sua composição em si com as diversas atividades propostas, sobre as mudanças climáticas possibilitou o desenvolvimento de capacidades e competências do pensamento crítico dos alunos por terem discutido e apresentado concepções para solucionarem um problema real referentes aos efeitos negativos das mudanças climáticas.

Ademais, o caso favorece o desenvolvimento moral e ético conforme Zeidler e colaboradores (2005) ao apontarem na quarta área de importância pedagógica central (4. Questões baseadas em caso) para abordagem QSC, que o uso de caso pode

promover habilidades do pensamento crítico e desenvolvimento moral e ético. O A7 ilustra isso quando discute sobre a segunda questão relativa ao segundo tema (Q2T2GF- Como e quem deve assumir a responsabilidade?), realizando o “6. Julgamento moral”. Como podemos observar na unidade (A7- Q2T2GF), quando apresenta uma visão crítica ao trazer à responsabilidade do governo diante das problemáticas não resolvidas. E também é retratado pelo G1 ao realizar o “11. Julgamento da QSC” diante da situação problema proposta no terceiro encontro, onde realiza julgamento em torno da QSC.

Entre os recursos didáticos que possibilitaram a mobilização de elementos do pensamento crítico e seu desenvolvimento, destacamos os materiais impressos com as três partes do texto do caso, para as questões de reflexão, charges e situação problema. Também foram importantes os vídeos exibidos no primeiro e terceiro encontro; o uso de slide com os conteúdos e tópicos das discussões; o quadro branco e pinceis para apresentar a síntese das discussões dos alunos. Estes recursos fizeram parte da composição das discussões em sala de aula e da condução da intervenção, e assim contribuíram para a mobilização dos elementos do pensamento crítico.

Em linhas gerais, para sintetizar, apresentamos o Quadro 32 com as categorias identificadas nas unidades de significados constituídas na análise textual discursiva para verificarmos as estratégias que mais favoreceram a mobilização de elementos do pensamento crítico no processo de ensino-aprendizagem. A frequência das categorias empregadas está entre parênteses:

Quadro 32- Estratégias propostas e as categorias identificadas com a respectiva frequência

Estratégias Propostas	Categorias Identificadas e a quantidade de vezes que foram mobilizadas
Problematização inicial (primeiro encontro)	1 (3); 13 (1)
Questões de reflexão (primeiro encontro)	1 (10); 3 (4); 5 (15); 6 (1); 7 (2); 8 (1); 9 (1); 11 (4)
Problematização inicial (segundo encontro)	1 (5); 5 (1)
Charges (segundo encontro)	1 (5); 2 (6); 5 (5); 8 (2); 9 (1); 12 (1)
Problematização inicial (terceiro encontro)	1 (4); 5 (3)
Situação Problema (terceiro encontro)	4 (7); 8 (9); 9 (1); 10 (3); 11 (1); 12 (2)
Grupo Focal	1 (7); 4 (2); 5 (5); 6 (2); 8 (1); 14 (6)

Fonte: Autora

Com base nas informações apresentadas no Quadro 32 podemos evidenciar que a atividade da situação problema parece ter possibilitado a mobilização da categoria “4. Tomada de decisão”, e das categorias “8. Compreensão da existência

da QSC; 9. Apresentação de informações; 10. Estudo da QSC; 11. Julgamento da QSC; 12. Conclusões para a tomada de decisões”. Consideramos esta atividade como a mais potencializadora nesta intervenção que contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico de alunos do ensino médio, uma vez, que esta atividade foi uma estratégia que promoveu a mobilização de todas as categorias com maior grau de complexidade. Dentre as identificadas, as categorias 4 e 8 foram as mais mobilizadas.

Um ponto relevante, a ser evidenciado acerca da potencialidade da situação problema é que a categoria “10. Estudo da QSC” que se refere ao estudo do problema sociocientífico de forma integral, relacionando aspectos científicos, tecnológicos, éticos, sociais, econômicos, ambientais e políticos, foi mobilizado apenas nesta estratégia, como citamos no subtópico 6.1.

Além da atividade de situação problema, compreendemos que as atividades das questões de reflexão e as charges também como grandes potencializadoras. Nas questões de reflexão foram identificadas as categorias 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9 e 11, sendo que as categorias 1 e 5 foram as que mais foram mobilizadas. E na estratégia das charges foram observadas as categorias 1, 2, 5, 8, 9 e 12, onde as categorias 1, 2 e 5 são as mais mobilizadas. Portanto, foram desenvolvidas as categorias que exigem uma maior complexidade 8, 9 e 11 na atividade das questões de reflexão e as categorias 8, 9 e 12 na atividade da charge.

O grupo focal se mostrou uma estratégia em potencial para identificar as concepções dos alunos acerca de situações vivenciadas, pois nesta atividade a categoria “14. Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas” foi identificada em 6 unidades, em que evidenciamos o que aprenderam de novo, os pontos positivos e negativos das aulas e seus interesses em aprender mais sobre o tema. E além desta, identificamos as categorias 1, 4, 5, 6 e 8, entre elas as categorias 1 e 5 foram as mais frequentes, acreditamos que os questionamentos realizados influenciaram a mobilização destas duas categorias não só nesta atividade, mas também em outras, como na problematização inicial desenvolvida nos três encontros.

Como ressaltamos anteriormente, nos momentos de problematização inicial desenvolvidos nos três encontros a categoria 1 foi a mais mobilizada, isso indica que os questionamentos levantados nestes momentos conduziram a isso. Para as questões da problematização inicial no primeiro encontro foram mobilizadas as categorias 1 e 13, no segundo e terceiro encontro as categorias 1 e 5. Logo, nesta

estratégia foram desenvolvidas poucas categorias, sendo mais expressiva a categoria 1.

Embora que a estratégia do momento de problematização inicial, a partir de questionamentos, não tenha mobilizado muitas categorias de análise, ainda assim, consideramos como relevantes para o debate inicial, considerando que segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) na problematização inicial são apresentados problemas reais, que os alunos já conhecem, presenciam e que estão envolvidos a um tema que demanda a necessidade de introdução de conhecimentos científicos para interpretar o problema abordado como é o caso da temática das mudanças climáticas. Segundo os autores citados, a problematização inicial é proposta para desafiar os alunos a expressarem suas concepções sobre a situação apresentada e provocar a necessidade de os alunos desenvolverem novos conhecimentos.

Nesta direção, as três partes textuais do caso, os vídeos, as discussões do conteúdo científico e das ações para mitigar as mudanças climáticas e seus efeitos, foram estratégias/recursos desenvolvidos na etapa de organização do conhecimento, tendo em vista que os conhecimentos necessários devem ser apresentados para a compreensão do tema (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002). Consideramos essas atividades e discussões propostas como essenciais para que os alunos se sentissem aptos a proporem suas respostas e apresentarem suas concepções para toda a turma e foram fundamentais também para que criassem mais interesse em participar das discussões e fazer uso de embasamentos teóricos para formular suas tomadas de decisões.

Dessa maneira, a discussão das questões nos momentos de problematização inicial adicionalmente com as atividades e discussões realizadas no momento de organização do conhecimento, proporcionaram subsídios e estimularam os alunos a participarem das demais atividades que foram propostas posteriormente a ela. Como por exemplo, a estratégia didática das questões de reflexão na qual já foram mobilizadas categorias que demandavam uma complexidade maior como a 8, 9 e 11, a atividade das charges que foram potenciais para a mobilização de categorias como as 8, 9 e 12 que também demandam uma maior complexidade e as identificadas na situação problema apresentada na terceira parte do caso referentes as categorias 8, 9, 10, 11 e 12, essas atividades foram desenvolvidas durante o terceiro momento pedagógico que se refere a aplicação do conhecimento.

Nesta direção, na aplicação do conhecimento (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002), os alunos expuseram suas concepções sobre as questões de reflexão, interpretação e análise de charges e situação problema, o que contribuiu com mobilização das seguintes capacidades e competências: “1. Identificação; 2. Análise; 3. Argumentação; 4. Tomada de decisão; 5. Conclusões; 6. Julgamento moral; 7. Mobilização de conhecimentos científicos e socioambientais; 8. Compreensão da existência da QSC; 9. Apresentação de informações; 10. Estudo da QSC; 11. Julgamento da QSC; 12. Conclusões para a tomada de decisões”.

No mesmo sentido, o grupo focal também foi uma estratégia essencial para identificação de como esses alunos compreenderam o conteúdo e os conhecimentos que conseguiram desenvolver sobre o tema. Uma vez que para esta atividade foram mobilizadas as seguintes categorias definidas *a priori*: “1. Identificação; 4. Tomada de decisão; 5. Conclusões; 6. Julgamento moral; 8. Compreensão da existência da QSC”. E além destas, identificamos a categoria emergente “14. Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas”, na qual analisamos e observamos o que aprenderam de novo, os pontos de vistas pessoais dos alunos acerca dos pontos positivos e negativos das aulas sobre as mudanças climáticas e seus interesses em aprender mais sobre o tema.

E a abordagem de QSC configura-se como potente para o desenvolvimento do pensamento crítico, já que abrangem dilemas sociais, controversos na maioria das vezes, que possuem uma interação com a ciência, tecnologia e sociedade, envolvem as implicações sociais, econômicas, éticas, políticas demandando a necessidade de tomada de decisão por parte dos cidadãos (Sadler, 2004a; Reis; Galvão 2005, Reis; Galvão, 2008, Martínez Pérez; Carvalho, 2012).

Em um panorama geral, enfatizamos que as atividades e discussões tecidas no primeiro encontro a partir dos questionamentos realizados na problematização inicial no primeiro encontro, da leitura da primeira parte do texto do caso e da apresentação do vídeo relacionado com as informações do texto contribuíram para que os alunos apreendessem um pouco mais sobre o tema e se interessassem em participar mais. Ou seja, houve a construção de conhecimentos que favoreceu a mobilização de mais competências nas questões de reflexão.

E essas atividades desenvolvidas, adicionalmente, com a discussão acerca das questões na problematização inicial e a leitura da segunda parte do texto do caso proporcionaram a mobilização de categorias durante a análise e interpretação das

charges no segundo encontro. E em continuidade, as discussões realizadas no segundo encontro acerca dos conteúdos científicos e ações que poderiam ser realizadas para amenizar os problemas causados pelas mudanças climáticas juntamente com a discussão da terceira parte do texto do caso e apresentação de um vídeo com uma reportagem relatando o problema apresentado no caso, favoreceram a mobilização de todas as competências mais complexas que exigem mais conhecimentos e habilidades dos alunos para solucionar a situação problema apresentada no caso no terceiro encontro. Notamos, ainda, a relevância do grupo focal para identificar as concepções dos alunos acerca da QSC Mudanças Climáticas e da intervenção didática em si.

Dessa forma, a partir da análise das unidades de significados dos alunos referentes às questões de reflexão, charges, situação problema e grupo focal, constatamos que em suas falas transparecem significados mais elaborados se compararmos com as unidades apresentadas para aos questionamentos realizados nos momentos de problematização inicial nos três encontros. Ao longo do processo de discussão da QSC Mudanças Climáticas realizam a mobilização de elementos do pensamento crítico que inicialmente não haviam sido identificados, pela razão de que logo de início não possuíam conhecimento dos conteúdos científicos relacionados as mudanças climáticas, da dimensão do problema (quanto as causas e efeitos) e das ações propostas para solucionar o problema. No entanto, no fim da intervenção mostram que conhecem o problema e as demais implicações envolvidas, por exemplo, ao retratarem a tomada de decisão para um a problemática real como foi o caso do avanço do mar e erosão costeira enfrentado na Ilha de Itamaracá, ao proporem ações que poderiam ser tomadas acerca do problema.

Compreendemos, que as discussões realizadas em sala acerca da QSC em tela, possivelmente, contribuíram para o desenvolvimento do pensamento crítico favorecendo um melhor quadro para que os alunos tomassem decisões (Martínez Pérez; Carvalho, 2012) acerca da situação problema e das demais atividades propostas ao longo da intervenção, visto que propõem respostas mais elaboradas ao realizarem a mobilizarem elementos do pensamento crítico.

Em síntese, nosso trabalho corrobora que estratégias de discussões entre o professor e os alunos, questionamentos, reflexões e tomadas de decisões, podem ser consideradas como práticas fundamentais para a formação de alunos autônomos e críticos (Mattos; Güllich; Tolentino-Neto, 2021).

6.3. INTERCORRÊNCIAS NO DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste tópico discorreremos sobre os fatores relacionados ao desenvolvimento da SD e os resultados obtidos, como os problemas com os aparatos tecnológicos, a turma numerosa e dispersa, a falta de auxílio para coleta de dados, a falta de proatividade e interesse por parte de alguns alunos, a baixa quantidade de alunos em alguns momentos e o tempo disponível para as aulas.

Embora tenha sido possível superar essas intercorrências, como no caso do uso dos projetores, contornando o problema tomando como alternativa a substituição do aparato tecnológico, apresentação do vídeo apenas com o computador e até mesmo com o envio dos slides para que os alunos acompanhassem a discussão e as informações contidas neles por meio de seus próprios aparelhos celulares, ainda assim, tivemos prejuízos. O problema técnico com os projetores de slides causou interferência na condução das atividades da sequência didática em sala de aula como haviam sido planejadas inicialmente. E, talvez, a redução do tempo de aula pode ter contribuído para que os grupos apresentassem respostas iguais para a atividade de resolução das questões de reflexão, por exemplo, que ficou para ser realizada em casa ou em outro momento na escola, frustrando o planejamento idealizado.

Ainda com relação ao tempo, a pesquisadora/professora precisou ajustar o planejamento em razão da baixa presença de alunos em um dos encontros, o que impossibilitou a realização das atividades previstas. E como tínhamos pouco tempo disponível devido ao fato de dividir nossos encontros com as aulas do professor de Química, tivemos de buscar horários de outros professores que os cederam. Mas tivemos um problema no último encontro, em que a intervenção foi desenvolvida em duas aulas, que não eram geminadas, correspondentes à terceira e quinta aulas, tendo uma quebra de continuidade nas atividades. Sendo realizada a atividade final, situação problema, em um horário próximo ao intervalo para o almoço, devido a isso alguns alunos se mostravam muito dispersos e inquietos. Essa condição de intervalo e dispersão fez com que tivéssemos uma breve discussão final em que os grupos apresentaram as concepções propostas acerca da situação problema para toda a turma.

Por sua vez, a turma muito numerosa e dispersa e a falta de auxílio para coleta de dados, juntamente com a necessidade de dar continuidade a atividade proposta no primeiro encontro, foram fatores que acarretaram prejuízos ao desenvolvimento dos

momentos pedagógicos no segundo encontro. É importante destacar que durante os encontros destinados à atividade de pesquisa com intervenção a pesquisadora/professora manteve-se sozinha na sala de aula, sem a presença e participação de um professor da turma.

A pesquisadora tinha de se esforçar para prender a atenção, dos estudantes e, ademais, era responsável pelo duplo papel como pesquisadora na coleta de dados e como professora ao mediar as discussões e apresentar as informações acerca da temática para a turma. Então, a sequência de atividades e informações variaram para se adaptar à situação vivenciada, à dinâmica da turma, aos conhecimentos que eram expostos e às necessidades apresentadas.

Como consequência destas intercorrências, a SD com abordagem da QSC Mudanças Climáticas na turma X foi desenvolvida em 8 aulas ao longo de três encontros, um período maior do que havia sido proposto no planejamento inicial, em que cada encontro seria desenvolvido em 2 aulas de 50 minutos cada, totalizando uma duração de 6 aulas.

Um outro fator que observamos, corresponde a falta de interesse e proatividade de alguns alunos nas discussões e atividades propostas. Em algumas discussões, alguns alunos não colaboravam, causando barulho e dispersão na turma. Identificamos a falta de proatividade dos alunos na apresentação de suas concepções sobre a temática debatida ao copiarem as respostas de outro grupo, como já citamos acima.

Descrevemos aqui, com mais detalhes este problema: No primeiro encontro, nas respostas para a segunda e terceira questão de reflexão (QR2-Qual é o grupo social mais afetado na problemática com as mudanças climáticas? E porque? QR3-Que relação existe entre a desigualdade social e os problemas ambientais?) nos deparamos com respostas iguais dos grupos G1, G3 e G4 (G1-QR2; G3-QR2; G4-QR2). Ao analisarmos as unidades de significados, observamos:

Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais, tais como o Brasil. Podendo ocorrer uma série de inundações, em virtude da intensificação das tempestades e períodos longos de estiagem (G1-QR2).

Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais tais como o Brasil, pois poderá ocorrer uma série de inundações em virtude das tempestades e períodos longos de estiagem (G3-QR2).

Os maiores castigados pelas mudanças climáticas serão provavelmente os países tropicais, tais como o Brasil segundo os relatórios do IPCC, poderão ocorrer uma série de inundações em virtude da intensificação das tempestades e períodos longos de estiagens (G4-QR2).

Também podemos identificar as mesmas respostas propostas pelos grupos G3 e G4 nas unidades de significados (G3-QR3) e (G4-QR3) ao apontarem “falta de saneamento básico, ausência de água potável, crise dos alimentos”, além “da população pobre habitar áreas de maior risco. Portanto, o combate à desigualdade social depende também da conservação do meio ambiente”.

Ademais, em alguns grupos nem todos os componentes participavam da resolução das atividades, mesmo a pesquisadora/professora solicitando que todos participassem.

Portanto, estes fatores já citados acima podem ser considerados como elementos que influenciaram na condução das atividades e que podem ter acarretado interferências nos resultados obtidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa possibilitou promover discussões acerca do pensamento crítico no ensino de ciências, apresentando concepções e algumas definições propostas na literatura, trazendo uma abordagem capaz de contribuir para seu desenvolvimento, a abordagem de Questões Sociocientíficas, consideradas questões fundamentadas na ciência, quando constituem dilemas sociais, na maioria das vezes controversos, suscitados por eventuais implicações ambientais, econômicas, políticas e éticas de inovações científicas e tecnológicas (Ratclife; Grace, 2003; Sadler, 2004a; Reis; Galvão, 2005, Simonneaux, 2007).

A pesquisa com intervenção didático-pedagógica foi desenvolvida em uma Escola de Referência em Ensino Médio da rede pública do estado de Pernambuco com estudantes do 2º ano do ensino médio. Acerca de seu percurso metodológico, destacamos que a elaboração da SD com abordagem da QSC Mudanças Climáticas foi uma etapa essencial para a condução da pesquisa e para a obtenção dos dados coletados, visto que as atividades foram propostas de acordo com referenciais teóricos com pretensões de propor estratégias didáticas que fossem capazes de favorecer o desenvolvimento pensamento crítico dos estudantes do ensino médio.

Buscando construir uma SD com estratégias didáticas voltadas ao desenvolvimento do pensamento crítico a partir da abordagem de uma QSC, realizamos adaptações com base nas orientações de Conrado e Nunes-Neto (2018) que propõem a abordagem de QSC a partir de caso e questões norteadoras, o que ampliamos e propomos outras atividades, fazendo uso de questões de reflexão como parte do caso e outras estratégias e recursos (questões da problematização inicial, textos do caso, vídeos, charges, situação problema).

Para o caso, que compõe a SD, utilizamos o método do caso interrompido proposto por Herreid (2012) que orienta apresentar as informações referente à problemática de forma gradativa; os eixos e alguns critérios inspirados na Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e sociedade -FACTS (Freitas, *et.*, 2022) que é pautada na perspectiva de uma educação científica crítica e reflexiva; e a metodologia dos três Momentos Pedagógicos (MP) propostos por Delizoicov (1982) que se caracteriza pelos momentos de problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação

do conhecimento (Muenchen; Delizoicov, 2012; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002) para a organização das atividades propostas nos três encontros da SD.

Sendo assim, consideramos a elaboração da SD com base nestes referenciais já citados como um ponto primordial que proporcionou a condução das atividades em sala de aula e a obtenção dos resultados coletados, por construirmos estratégias com pretensões de possibilitar o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

Ao tratarmos os dados coletados por meio da análise textual discursiva, organizamos quadros compostos por unidades de significados, sínteses interpretativas e categorias, tornando possível analisar situações de mobilização do pensamento crítico por estudantes do ensino médio a partir da abordagem da QSC Mudanças Climáticas. Esta metodologia ajudou a atender aos objetivos de pesquisa e nossas indagações iniciais: Que elementos do pensamento crítico são mobilizados por estudantes na abordagem da QSC Mudanças Climáticas no ensino médio? E o que favorece a mobilização desses elementos?

Salientamos que as análises acerca das situações de mobilização do pensamento crítico por estudantes foram realizadas dentro do contexto da intervenção com a abordagem da QSC Mudanças Climáticas. Buscamos avaliar a mobilização das categorias de análise que foram propostas com base nas capacidades (Torres; Solbes, 2018) e nas competências que uma pessoa com pensamento crítico demandaria em uma abordagem QSC (Solbes; Torres, 2012) de acordo com os dados coletados nos momentos de desenvolvimento das atividades da SD, as estratégias de ensino e planejamento e as observações realizadas. As análises com relação ao pensamento crítico realizadas aqui, não possuem pretensões de se projetarem em mudanças de comportamentos e tomadas de decisões futuras, uma vez que entendemos que elas são resultados do direcionamento das abordagens propostas pela intervenção.

Analisamos as situações de mobilização do pensamento crítico pelos estudantes por meio da identificação da mobilização de elementos (capacidades e competências) do pensamento crítico nas discussões e nas atividades desenvolvidas pelos estudantes ao longo da abordagem educativa da QSC mudanças climáticas. Identificamos nas unidades de significados a mobilização de categorias determinadas *a priori*, que foram propostas com base nos elementos capacidades (Torres; Solbes, 2018) e competências que uma pessoa com PC demandaria na abordagem QSC (Solbes; Torres, 2012).

Na análise das unidades de significados, originadas das produções textuais dos alunos para as atividades propostas e organizadas em quadros de acordo com o *corpus* de análise delimitados pelas atividades desenvolvidas, constatamos a mobilização de todas as categorias definidas de forma prévia referentes aos elementos capacidades e competências: “1. Identificação, que em termos quantitativos foi a mais mobilizada ao longo dos três encontros como podemos observar nos quadros de unidades de significados construídos; 2. Análise; 3. Argumentação; 4. Tomada de decisão; 5. Conclusões; 6. Julgamento moral; 7. Mobilização de conhecimentos científicos e socioambientais, a qual em termos quantitativos foi a categoria definida a *priori* menos mobilizada; 8. Compreensão da existência da QSC; 9. Apresentação de informações; 10. Estudo da QSC; 11. Julgamento da QSC; 12. Conclusões para a tomada de decisões”.

Além das categorias definidas previamente também conseguimos identificar a emergência de novas categorias ao analisarmos as unidades, as quais denominamos de “13. Desconhecimento acerca do assunto” e “14 Exposição de opiniões acerca de situações vivenciadas”. No entanto, observamos o obstáculo/dificuldade para a mobilização da categoria “10. Estudo da QSC”, pois só foi mobilizada na atividade da situação problema, por exigir maior complexidade.

Entre as categorias identificadas, em termos quantitativos, observamos que a categoria “1. Identificação” foi a mais mobilizada, sobretudo, nos momentos de problematização inicial. Notamos que em algumas atividades, a maior incidência desta categoria pode ser explicada pelo fato de que alguns questionamentos conduziam para sua mobilização, como ocorreu nos momentos de problematização inicial, por exemplo. No entanto, ela não foi a mais mobilizada em todos os quadros, mas, sim, a mais mobilizada de forma geral se contarmos as vezes que foi identificada no quantitativo de todos os quadros.

A mobilização do pensamento crítico pelos estudantes também ocorreu conforme as estratégias didáticas foram desenvolvidas, como foi possível concluir ao analisarmos as estratégias/recursos que favoreceram o desenvolvimento do pensamento crítico no processo de ensino-aprendizagem, a partir da identificação de elementos que caracterizam o desenvolvimento do PC.

No primeiro momento de problematização inicial para as questões realizadas só foram mobilizadas as categorias “1. Identificação” e “13. Desconhecimento acerca do assunto” e na problematização inicial do segundo e terceiro encontro foram

mobilizadas apenas as categorias “1. Identificação” “5. Conclusões”, já nas atividades das questões de reflexão, das charges, da situação problema e do grupo focal foram mobilizadas mais categorias e entre elas estavam as categorias advindas das competências (8, 9, 10, 11 e 12), as quais demandam um grau de complexidade maior nas respostas dos alunos, nestas atividades observamos a construção pelos alunos de significados mais elaborados. Os vídeos utilizados no primeiro e terceiro encontro se mostraram recursos fundamentais que complementavam as informações abordadas na primeira e terceira parte do texto do caso.

A estratégia da situação problema demandou que os grupos de alunos realizassem a tomada de decisão ao apontarem ações que a sociedade e o poder público poderiam propor para minimizar as problemáticas vivenciadas e que podem ser utilizadas em outras regiões que passam pelos mesmos problemas, permitiu a mobilização de todas cinco categorias originadas das competências, que exigem maior complexidade nas respostas dos alunos, além da categoria “4. Tomada de decisão”. Enfatizamos que esta atividade é uma estratégia potente na mobilização de elementos para a mobilização do pensamento crítico dos estudantes do ensino médio, por ter possibilitado e favorecido a mobilização das categorias propostas com base nas competências.

Ainda, percebemos que primeiro são mobilizadas categorias originadas de capacidades, para depois serem mobilizadas categorias originadas de competências, sendo mobilizada até mesmo juntamente com as categorias advindas das capacidades. Isso é corroborado pela literatura de referência que aponta a necessidade das capacidades para então sejam mobilizadas as competências, conforme Torres e Solbes (2018). Para os autores, o pensamento crítico é formado por um conjunto de competências que demandam diversas capacidades.

Embora que os momentos de problematização inicial não tenham mobilizado muitas categorias, mesmo assim, consideramos esta estratégia como relevante por ter proporcionado a promoção de discussões iniciais acerca das mudanças climáticas, dado que, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a problematização inicial permite apresentar problemas reais, que os alunos conhecem, presenciam e que estão relacionados a um tema que demanda a necessidade de introduzir conhecimentos científicos para interpretar o problema abordado como as mudanças climáticas.

Além disso, notamos a mobilização do pensamento crítico pelos estudantes em respostas mais elaboradas em suas produções textuais. Ao se comparar a mobilização de categorias associadas às atividades propostas inicialmente nos momentos de problematização inicial nos três encontros com outras categorias que foram constituídas a partir das questões de reflexão, charges, situação problema e na atividade do grupo focal, percebemos essa mudança de nível. Nesse segundo caso, vemos que os alunos trazem informações que não estavam presentes inicialmente e apresentam respostas mais completas e elaboradas.

Acreditamos que os desafios enfrentados com as intercorrências acerca de problemas com os aparatos tecnológicos (projetores), a turma muito numerosa e dispersa, e a falta de auxílio para coleta de dados, acarretaram na condução das atividades da SD e, provavelmente, podem ter influenciado nos resultados obtidos.

Em face destas considerações realizadas a partir da análise dos resultados coletados, como desdobramento desta pesquisa desenvolvida, evidenciamos que para encaminhamentos de pesquisas futuras com o objetivo de analisar as situações de mobilização do pensamento crítico seguindo a sequência didática elaborada neste trabalho ou um modelo semelhante, recomendamos que a intervenção seja desenvolvida contando com a participação de um pequeno grupo de alunos, pois facilitaria o seu desenvolvimento e poderia favorecer a promoção do pensamento crítico dos alunos, uma vez que ao desenvolvermos a SD em uma turma composta por uma grande quantidade de alunos nos deparamos com o problema de dispersão, o que provoca em prejuízos nas discussões e na compreensão do conteúdo abordado por aqueles alunos que possuíam o interesse de participar de forma ativa nas discussões, como um dos alunos relatou na atividade do grupo focal como ponto negativo da intervenção “as pessoas que não prestavam atenção e que não dava importância” (A7- Q2T3GF).

Ademais, a partir dessa experiência e como melhoria do que havíamos planejado inicialmente, e para novas pesquisas, ressaltamos a necessidade de reservar um maior período de aulas para o desenvolvimento da intervenção, já que embora as intercorrências tenham contribuído para o aumento do período de aulas do que havíamos planejados inicialmente, ainda assim, acreditamos que seja preciso um maior período de aulas, além das 6 que planejamos inicialmente, visto que o tema é amplo e mesmo que tenhamos feito um recorte para discutir os problemas e a temática das mudanças climáticas na região metropolitana do Recife,

mesmo assim, é necessário uma maior disponibilidade de tempo de aula. E consideramos que são normais e até esperadas intercorrências em sala de aula. Em outras tentativas de intervenções seguindo o planejado da SD proposto neste trabalho, mesmo tomando os cuidados e realizando os ajustes necessários, ainda podem ocorrer outras situações além dessas que vivenciamos nesta intervenção desenvolvida. Neste sentido, é preferencial uma maior disponibilidade de aulas, recomendamos no mínimo oito aulas de 50 minutos, para que o tema seja discutido entre os alunos com tranquilidade.

Neste viés, ressaltamos que outras pesquisas poderão derivar desta. Considerando que este estudo pode estar ampliando o conhecimento acerca do pensamento crítico no âmbito do ensino de ciências, podendo assim contribuir para que outros pesquisadores se inspirem para começar a discutir sobre este tema, pois identificamos poucos trabalhos que analisam formas de abordagem que possibilitem a promoção do pensamento crítico de maneira prática para o planejamento docente e a realidade em sala de aula no Brasil. Sendo assim, acreditamos que esta pesquisa traz contribuições para explorar o pensamento crítico no contexto brasileiro na perspectiva do ensino de ciências.

Ainda, é válido salientar que este estudo auxilia para a realização da abordagem de questões sociocientífica visando a promoção do pensamento crítico de educandos, ao discutir como melhor planejar uma intervenção com abordagem QSC visando favorecer e analisar o desenvolvimento do pensamento crítico e ao apontar critérios e avaliações acerca dessas questões.

Dessa forma, consideramos que esta pesquisa pode contribuir para discussões no campo de pesquisa do ensino de ciência acerca da abordagem QSC e do pensamento crítico. Ademais, pode favorecer a produção e aperfeiçoamento de intervenções com estratégias/ recursos didáticos que possibilitem o desenvolvimento do pensamento crítico a partir da abordagem QSC no processo de ensino-aprendizagem no âmbito da educação básica, o desenvolvimento de pesquisas futuras no nível do ensino superior que discutam sobre estes objetos de pesquisa e para a formação de professores informados e conscientes quanto à relevância do desenvolvimento do pensamento crítico de educandos.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, v. 16, n.2, p. 114-124, 2005.

AIRES, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P.S. INDÚSTRIA 4.0: Competências Requeridas aos Profissionais da Quarta Revolução Industrial. **Anais do VII Congresso Internacional De Conhecimento E Inovação – Ciki**. Foz do Iguaçu/PR, v. 1, n.1, 2017.

ALVALÁ, R.C.S.; BARBIERI, A. Desastres Naturais. In: NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A. (orgs). **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar**. São José dos Campos, SP: INCT, cap. 7, p. 203-230, 2017.

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

AZEVEDO, *et al.* Questões sociocientíficas com enfoque CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de complementaridade. **Amazônia | Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v.9, n.18, p.84-98, jan./jun. 2013.

BAZZO, W. A.; VON LISINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Madri, Espanha: OEI (Organização dos Estados Iberoamericanos), 2003.

BEZERRA, B.H.S. **Abordagem de Questões Sociocientíficas**: buscando relações entre diferentes modos de pensar e contextos em estudos sobre fármacos e automedicação no ensino de química. 2018. 289f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/ PE, 2018. Disponível em:<
<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/7779/2/Bruna%20Herculano%20da%20Silva%20Bezerra.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2023.

BIZAWU, S. K.; RODRIGUES, M. V. A crise da globalização: um estudo sobre os efeitos do brexit e da política do governo trump e os desafios para as metas do acordo de Paris. **Cadernos de Direito Actual**, n. 7, p. 241-256, 2017.

BRANCO, E, P. *et. al.* BNCC: A quem interessa o ensino de competências e habilidades? **Debates em Educação**, v. 11, n.25, set./dez. 2019.

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

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança no Clima (UNFCCC)**, 2021. Disponível em:<
<https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas.html>>. Acesso em: 14 fev. 2021.

BRASIL. AGÊNCIA SENADO. **Protocolo de Kyoto**. Brasília: Senado Federal, 2009. Disponível em: < <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/protocolo-de-kyoto#:~:text=Entre%20as%20metas%2C%20o%20protocolo,compreendido%20entre%202008%20a%202012.>>. Acesso em 11 jun. 2023.

BOGDAN. R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

CARVALHO, J. L. R.; MACHADO, M. N. M.; MEIRELLES, A. M. Mudanças climáticas e aquecimento global: implicações na gestão estratégica de empresas do setor siderúrgico de Minas Gerais. **Cadernos EBAPE. BR**, v.9, n.2, 2011.

CHAGAS, A. P. A Síntese da Amônia: alguns aspectos históricos. **Quim. Nova**, v. 30, n. 1, 240-247, 2007.

CHRISPINO, A. *et al.* A área CTS no Brasil vista como rede social. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 19, n. 2, p. 455-479, 2013.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO. N. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO. N. (Org). **Questões Sociocientíficas: Fundamentos, Propostas de Ensino e perspectivas para Ações Sociopolíticas**. Salvador: Edufba, 2018, p.77-118.

COSTA, S. L.R. *et al.* Pensamento crítico no ensino de ciências e educação matemática: uma revisão bibliográfica sistemática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 1, p. 145-168, 2021.

CRUZ, *et al.* O pensamento crítico no ensino de ciências em contexto latino-americano: um panorama do estado do conhecimento. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 6, edição especial, p. 149-171, 2023.

CUÉLLAR, A. COP 27: Quem assumirá a culpa das mudanças climáticas?. **Diálogo Chino**, 2022. Disponível em:< <https://dialogochino.net/pt-br/mudanca-climatica-e-energia-pt-br/60711-cop27-loss-and-damage-climate-change-who-to-blame/#:~:text=Os%20culpados&text=A%20grande%20quest%C3%A3o%20%C3%A9%3A%20quem,que%20impulsionaram%20as%20mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas.>>. Acesso em: 17 jun. 2023.

DATHEIN, R. Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX. **Publicações DECON Textos Didáticos 02/2003**. DECON/UFRGS, Porto Alegre, fev. 2003.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DIZ, J. B.M.; SIQUEIRA, C. M. Princípio da precaução e mudança climática: uma análise do Acordo de Paris e das Conferências das Partes. **Revista de Direito Internacional**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 149-171, 2021.

ENNIS, R. H. A logical basis for measuring critical thinking skills. **Educational leadership**, v 43, p. 44-48, 1985. Disponível em: <<https://jgregorymcverry.com/readings/ennis1985assessingcriticalthinking.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2023.

ENNIS, R.H. Critical thinking: A streamlined conception. In: Davies, M.; Barnett, R. (eds). **The Palgrave handbook of critical thinking in higher education**. New York: Palgrave Macmillan, p. 31–47, 2015.

FERREIRA, R. C. S. **Emissão de Gás Metano por Bovinos de leite em exposições/feiras**. 2011. Pós-graduação em MBA (MBA em Gestão Ambiental)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em:< <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/39186/R%20-%20E%20-%20RENATA%20CRISTINE%20SENGER%20FERREIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20g%C3%A1s%20metano,100kg%20de%20CH4%20por%20dia.>>. Acesso em: 4. ago. 2023.

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

FREITAS, D. *et al.* Educação científica crítica: as contribuições de especialistas da área. **Indagatio didactica**, v. 11, n. 2, p. 751-770, 2019.

FREITAS, D. *et al.* FACTS: uma ferramenta CTS para avaliação de processos e produtos na educação científica. **Revista CTS**, v. 17, n. 51, p. 179-202, 2022.

GALIAZZI, M. C.; SOUSA, R. S. O Fenômeno da Descrição na Análise Textual Discursiva: a Descrição Fenomenológica como Desencadeadora do Metatexto. **VIDYA**, v. 41, n. 1, p. 77-91, 2021.

GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições do ensino de ciências para o desenvolvimento moral. **Educação Unisinos**, v. 13, n. 2, p. 162-168, 2009.

GUIMARÃES, M.A. **Raciocínio informal e a discussão de questões sociocientíficas**: o exemplo das células-tronco humanas. 2011. 222f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2011. Disponível em: < https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102068/guimaraes_ma_dr_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 jun. 2023.

GUIMARÃES, R. P.; FONTOURA, Y. S. R. Rio+20 ou Rio-20? Crônica de um fracasso anunciado. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. XV, n. 3, p. 19-39, set.-dez. 2012.

GUIMARÃES, R. R.; MASSONI, N. T. Argumentação e pensamento crítico na educação científica: análise de estudos de casos e problematizações conceituais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, p. 320-344, mai./ago, 2020.

GOVERNO DE PERNAMBUCO. SECRETÁRIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. **Inventário de Gases de Efeito Estufa do Estado de Pernambuco**, 2022. Disponível em: < https://semas.pe.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Inventario-2015_2020_Versao-MAIO_22.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2023.

GOVERNO DE PERNAMBUCO. SECRETÁRIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. **Plano de Descarbonização de Pernambuco**, 2022. Disponível em: < https://semas.pe.gov.br/wp-content/uploads/2022/04/2022_03_16__plano_descarbonizacao_pernambuco-v7.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2023.

HALPERN, D. F. The nature and nurture of critical thinking. In: ROBERT J. Sternberg, Henry, L. Roediger III; Halpern, D.F (Eds.). **Critical Thinking in Psychology**. Cambridge University Press, p. 1-10, 2007.

HALPERN, D.F. Critical Thinking Workshop for Helping Our Students Become Better Thinker. University of Louisville, 2013.

HERCULANO, S. O Clamor por Justiça Ambiental e Contra o Racismo Ambiental. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v.3, n.1, jan./ abril, 2008.

HERCULANO, S.; PACEHCO, T. (Orgs.). Racismo ambiental, o que é isso?. I **Seminário brasileiro sobre racismo ambiental**. Rio de Janeiro: Projeto Brasil Sustentável e Democrático: FASE, 2006.

HERREID, C. F. Can Case Studies Be Used to Teach Critical Thinkink? In: HERREID, C.F.; SCHILLER, N. A.; HERREID, K. F (Org.). **Science stories: using case studies to teach critical thinking**. National Science Teachers Association. Arlington, Virginia, p. 21-24, 2012.

LABURU, C. E. La crítica en la enseñanza de las ciencias: constructivismo y contradicción. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona, v. 14, n. 1, p. 93-101, 1996.

LIPMAN, M. Critical thinking: What can it be?. **Educational Leadership**, p. 38-43, 1988.

SONG, L. Why Carbon Credits for Forest Preservation May Be Worse Than Nothing. **ProPublica**, 2019. Disponível em: < <https://features.propublica.org/brazil-carbon->

offsets/inconvenient-truth-carbon-credits-dont-work-deforestation-redd-acre-cambodia/>. Acesso em: 17 jun. 2023.

LOPES, G. Z. L. **O referencial teórico de Paulo Freire no ensino de ciências e na educação CTS: um estudo bibliométrico e epistemológico.** 2013. 258 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/2330/5720.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 jun. 2023.

MAGALHÃES, S. I. R.; TENREIRO-VIEIRA, C. Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico. Um programa de formação de professores. **Revista Portuguesa de Educação**, vol. 19, núm. 2, 2006.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. de F. Perspectivas atuais ciência-tecnologia-sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In: SANTOS, W. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa** (Orgs.). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 135-160.

MARTINS, I. P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 1, n. 1, p. 28-39, 2002. Disponível em: https://blogs.ua.pt/isabelpmartins/bibliografia/revista_electronica_de_ensenanza_de_las_ciencias_vol1_numero_1.pdf. Acesso em: 12 jun. 2023.

MARTÍNEZ PÉREZ, L.F.; CARVALHO, W.L.P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 727-741, jul./set. 2012.

MATTOS, K. R. C.; GÜLLICH, R. I.C.; TOLENTINO-NETO, L. C. B. Pensamento crítico na ciência: Perspectiva dos livros didáticos brasileiros. **Revista: Contexto e Educação**, v.36, n.114, p. 404-419, 2021. Disponível em:< [file:///C:/Users/borba/Downloads/9042-Texto%20do%20artigo-53114-1-10-20210706%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/borba/Downloads/9042-Texto%20do%20artigo-53114-1-10-20210706%20(3).pdf)> Acesso em: 09 jun. 2023

MINAYO, M.C.S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** 28. ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 2009.

MORO, A.; INVERNIZZI, N. A tragédia da talidomida: a luta pelos direitos das vítimas e por melhor regulação de medicamentos. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.24, n.3, p.603-622, jul./set.2017

MORAES, R. UMA TEMPESTADE DE LUZ: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: Aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.14, n. 03, p. 199-215, set-dez, 2012.
- NININ, M. O. G. PESQUISA NA ESCOLA: Que espaço é esse? O do conteúdo ou o do pensamento crítico? **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 48, p. 17-35, 2008.
- NOBRE, C. A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. **Parcerias estratégicas**, n. 12, p. 339-258, set, 2001.
- NOBRE, C. **Entrevista**: Carlos Nobre afirma que mudanças climáticas são o maior desafio da humanidade. [Entrevista cedida ao portal da UFES]. Universidade do Espírito Santo, 2022. Disponível em: < <https://www.ufes.br/conteudo/entrevista-carlos-nobre-afirma-que-mudancas-climaticas-sao-o-maior-desafio-da-humanidade>>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- OLIVEIRA, A. S. A Liderança dos Países Desenvolvidos no Acordo de Paris: reflexões sobre a estratégia do Naming and Shaming dentro do Balanço-Global. **Sequência** (Florianópolis), n. 81, p. 155-180, abr. 2019.
- OLIVEIRA, R. C. M. (Entre)linhas de uma pesquisa: o diário de campo como dispositivo de (in)formação na/da abordagem (auto)biográfica. **Revista Brasileira de Educação de Jovens e Adultos**, vol. 2, n. 4, p. 69-87, 2014.
- OLIVEIRA, T. M. A.; MOZZER, N. B.; NUNES-NETO, N. F. Um olhar sobre a noção de saberes docentes na abordagem de Questões Sociocientíficas por professores de Ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 13., 2021. **Anais** [...]. 2021. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA102_ID1553_23062021102527.pdf. Acesso em: 21 fev. 2021.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **Aquecimento global atinge níveis sem precedentes e dispara “alerta vermelho” para a humanidade**, 2021a. Disponível em:< <https://brasil.un.org/pt-br/139401-aquecimento-global-atinge-niveis-sem-precedentes-e-dispara-alerta-vermelho-para-humanidade>>. Acesso em: 4. nov. 2021.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **O que são Mudanças Climáticas?**, 2021b. Disponível em: < <https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas>>. Acesso em: 20 maio. 2023.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **Aquecimento sem precedentes tem clara influência humana, diz ONU**, 2021c. Disponível em:< <https://news.un.org/pt/story/2021/08/1759272>>. Acesso em: 4. nov. 2021.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Relatório do IPCC prova “o fracasso da liderança global sobre o clima**, 2022 a. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2022/02/1781142>>. Acesso em: 02 jan. 2022.

ONU. Organização das Nações Unidas. **COP 27: o que você precisa saber sobre a Conferência do Clima da ONU**, 2022b. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/205789-cop27-o-que-voc%C3%AA-precisa-saber-sobre-confer%C3%AAncia-do-clima-da-onu>>. Acesso em: 16 jun. 2022.

ONU. Organização das Nações Unidas. **COP 27 encerra com acordo sobre perdas e danos: “Um passo em direção à justiça”**, diz chefe da ONU, 2022c. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2022/11/1805662>>. Acesso em: 16 jun. 2022.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Causas e Efeitos das Mudanças Climáticas**, 2022d. Disponível em: <<https://www.un.org/pt/climatechange/science/causes-effects-climate-change>>. Acesso em: 17 jun. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Relatório da ONU revela aumento alarmante nos efeitos da mudança climática**, 2023a. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2023/04/1813222#:~:text=No%20documento%20publicado%20nesta%20sexta,para%20os%20meios%20de%20subsist%C3%AAncia.>>>. Acesso em: 23 jul. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Ações urgentes contra mudança climática são necessárias para garantir um futuro habitável, alerta IPCC**, 2023b. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/224004-a%C3%A7%C3%B5es-urgentes-contra-mudan%C3%A7a-clim%C3%A1tica-s%C3%A3o-necess%C3%A1rias-para-garantir-um-futuro-habit%C3%A1vel>>. Acesso em: 17 jun. 2023.

PASSARINHO, N. **COP26: Brasil promete reduzir emissões pela metade até 2030 e zerar desmatamento 2 anos antes**. BBC News| Brasil, 2021. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-59065366>>. Acesso em: 5 nov. 2021.

PAUL, R.; ELDER, L. **The miniature guide to critical thinking concepts and tools**. Foundation for critical thinking: Tomales, 2006.

PARREIRA, S. A. N. **Perspectiva CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente) no ensino das ciências: concepções e práticas de professores de ciências da natureza do 2.º ciclo do ensino básico**. 2012. 92f. Dissertação. (Mestrado em Ensino das Ciências) – Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação, Bragança, 2012. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/7643/1/tese_final_.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2023.

PRADANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAINBOLT, G. Pensamento crítico. **Fundamento**, v. 1, n. 1, set./dez. 2010.

RAMIREZ, R. Compensação para países em desenvolvimento afetados pelo clima é tema da COP 27. **CNN BRASIL**, 2022. Disponível em: <
<https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/compensacao-para-paises-em-desenvolvimento-afetados-pelo-clima-e-tema-na-cop27/>>. Acesso em: 17 jun. 2023.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Philadelphia: Open University Press, 2003.

REIS, P.R.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

REIS, P.R.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 3, p.746-772, 2008.

REIS, P.R. CIÊNCIA E CONTROVÉRSIA. **REU**, Sorocaba, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 09-15, dez. 2009.

RIBEIRO, D. Processo de Haber-Bosch. **Revista de Ciência Elementar**, n. 1, 2013.

RIBEIRO, F.; TENREIRO-VIEIRA, C. Abordagem de Questões Sócio-Científicas Controversas no 1º Ciclo do Ensino Básico. **Educação: Teoria e Prática**. Rio Claro, v. 24, n.47, p. 97-117, set./dez. 2014.

ROSA, S. E.; STRIEDER, B. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: verbalizações necessárias para potencializar a constituição de uma cultura de participação. **Linhas Críticas**, Brasília-DF, v.25, p.124-149, 2019.

SÁ, L. P. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no Ensino Superior de Química**. 2010. 300f. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade Federal de São Carlos. São Carlos-SP, 2010. Disponível em: <
<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6158/3018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

SADLER, T. D. **Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research**. Journal of Research in Science Teaching, New York, v. 41, n. 5, p. 513-536, 2004a.

SADLER, T.D. Moral and Ethical Dimensions of Socioscientific Decision-Making as Integral Components of Scientific Literacy. **SPRING**, v. 13, n. 1, 2004b.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 1, p. 112–138, 2005.

SANTOS, W.L.P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W.L.P. EDUCAÇÃO CTS E CIDADANIA: CONFLUÊNCIAS E DIFERENÇAS. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v.9, n. 17, p.49-62, 2012.

SANTOS, W. L.P.; SILVA, K. M.A.; SILVA, S. M.B. Perspectivas e desafios de estudos de qsc na educação científica brasileira. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO. N. (Org). **Questões Sociocientíficas: Fundamentos, Propostas de Ensino e perspectivas para Ações Sociopolíticas**. Salvador: Edufba, 2018, p.427-452.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n.2, p. 110-132, 2002.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SIDI, P. M.; CONTE, E. A HERMENÊUTICA COMO POSSIBILIDADE METODOLÓGICA À PESQUISA EM EDUCAÇÃO. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v.12, n.4, p. 1942-1954, out./dez. 2017.

SIEGEL, H. The rationality of science, critical thinking, and science education. **Synthese**, v. 80, n. 1, p. 9- 41, 1989.

SIEGEL, P.M. Critical Thinking. **International Encyclopedia of Education**, v.6, p. 141-145, 2010.

SILVA, B. H. **A perspectiva CTS na formação inicial de professores de química: construindo subsídios para uma ação didático-pedagógica inovadora**. 2014. 154f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <
http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/_tede2/5442/2/Bruna%20Herculano%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SILVA, J. S. **Abordagem da questão sociocientífica poluição por plásticos no ensino de química: uma análise de contribuições e limitações para a alfabetização científica e tecnológica de estudantes**. 2020. 87f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Departamento de Química, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <
https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/4361/3/tcc_janainasantanadasilva2.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2023.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 31- 42, 2009.

SIMONNEAUX, L. Argumentation in Socio-Scientific Contexts. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in Science Education: Perspectives from ClassroomBased Research**. Springer, Cap. 9, 2007, p. 179-199.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na Educação Científica do Brasil: Sentidos e Perspectivas**. 2012. 283f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, Faculdade de educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociência, São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/publico/Roseline_Beatriz_Strieder.pdf. Acesso em: 11 jun. 2023.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.

SOLBES, J.; TORRES, N. Y. Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones socio-científicas: un estudio en el ámbito universitario. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, n. 26, p. 247-269, 2012.

SOUSA, R. S.; GALIAZZI, M. C. Compreensões Acerca da Hermenêutica na Análise Textual Discursiva: Marcas Teórico-Methodológicas à Investigação. **Contexto & Educação**, v. 31, n. 100, p. 33-55, 2016.

SOUSA, A. S.; VIEIRA, R. M. O pensamento crítico na educação em Ciências: revisão de estudos no Ensino Básico em Portugal. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 29, n.1, p. 15-33, 2018.

SORDI, J. **“Regiões da África estão melhores que nós em adaptação”, diz brasileira do IPCC. Observatório do Clima**, 2022. Disponível em: <<https://www.oc.eco.br/regioes-da-africa-estao-melhores-que-nos-em-adaptacao-diz-brasileira-do-ipcc/>>. Acesso em: 02 ago. 2023.

TENREIRO-VIEIRA, C. Literacia científica, literacia matemática e pensamento crítico. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. extra, p. 394-399, 2009.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, n. 52, jan./mar. 2013.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Construindo Práticas Didático-Pedagógicas Promotoras da Literacia Científica e do Pensamento Crítico. Madrid: Organização dos Estados Ibero-americanos. **Documentos de Trabajo de Iberciencia**, n. 2, 2014.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Promover o pensamento crítico em ciências na escolaridade básica: Propostas e desafios. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**, v. 15, n.1, p. 36-45, 2019.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID-NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

TEIXEIRA, R. R.P. Educação Científica, Pensamento Crítico e Argumentação: relatos de uma experiência com livros de Sagan e Dawkins no ensino médio. **Eixo**, v.1, n. 2, 2012.

TITTLE, P. **Critical Thinking**: an appeal to reason. 1 ed. New York: Routledge, 2011.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOLLEFSON, J. COP26 climate summit: A scientists' guide to a momentous meeting.

Revista Nature, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/immersive/d41586-021-02815-w/index.html?utm_source=Nature+Briefing&utm_campaign=10dd2225b4-briefing-dy-20211103&utm_medium=email&utm_term=0_c9dfd39373-10dd2225b4-44545329&fbclid=IwAR1XDq-EMC0JKklwIK3PUht2TkDQN0ab86bEkqgQLtiE46liT8TIKFsZHzs>. Acesso em: 3 nov. 2021.

TORRES, N; SOLBES, J. Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO. N. (Org). **Questões Sociocientíficas: Fundamentos, Propostas de Ensino e perspectivas para Ações Sociopolíticas**. Salvador: Edufba, 2018, p.59-76.

TORRES, N.; MARTÍNEZ PERÉZ, L. F. Desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones socio-científicas de los xenobioticos. **Tecne, Episteme y Didaxis, Bogotá**, n. 29, p. 65-84, 2011.

TRAD, L. A. B. Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p.777-796, 2009.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1987.

UENO, A. A lógica do crédito de carbono é colocar um preço na poluição. **Jornal da USP**, 2023. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/radio-usp/a-logica-do-credito-de-carbono-e-colocar-um-preco-na-poluicao/>>. Acesso em: 17 jun. 2023.

VIEIRA, R. M. Produção e Avaliação de Atividades de Aprendizagem de Ciências para Promover o Pensamento Crítico dos Alunos. **Revista Iberoamericana de Educación**, v.33, n. 6, p. 1-17, 2004.

VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C. Práticas-Didático-pedagógicas: Estratégias de Ensino/ Aprendizagem Promotoras do Pensamento Crítico. **Saber e Educar**, v. 20, p. 34-41, 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZEIDLER, D. L. *et al.* Tangled up in views: beliefs in the nature of science and response to socioscientific dilemmas. **Science Education**, v. 86, p. 343-367, 2002. Disponível em: < file:///C:/Users/borba/Downloads/Tangled_Up_in_Views_Beliefs_in_the_Nature_of_S cien%20(5).pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023.

ZEIDLER, D. L. *et al.* Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005. Disponível em: < file:///C:/Users/borba/Downloads/Beyond_STS_A_research-based_framework_for_sociosci%20(1).pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023.

APÊNDICES

APÊNDICE A- QUESTÕES DE REFLEXÃO

EREM (XXXXXXXXXXXXXXXXXX)

Nome: _____

Série: _____ Data: ____/____/____

Questões de Reflexão

1. Como as vulnerabilidades da cidade potencializam os impactos provocados pelas mudanças climáticas?

2. Qual é o grupo social mais afetado na problemática com as mudanças climáticas? E por que?

3. Que relação existe entre a desigualdade social e os problemas ambientais?

APÊNDICES B- ATIVIDADE DAS CHARGES

EREM (XXXXXXXXXXXX)

Nome: _____

Série: _____ Data: ____/____/____

Atividade- Charge 1

- a. Conversem em grupo sobre a charge. Façam a leitura, interpretação e a análise da charge apresentada.



- b. Produzam um texto destacando os seus principais entendimentos sobre a problemática ambiental apresentada na charge e as relações com o tema estudado.

Atividade- Charge 2

- a. Conversem em grupo sobre a charge. Façam a leitura, interpretação e a análise da charge apresentada.

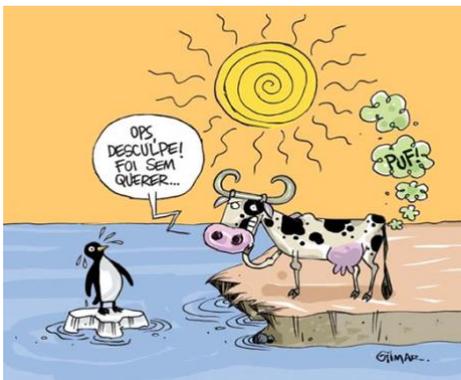


- b. Produzam um texto destacando os seus principais entendimentos sobre a problemática ambiental apresentada na charge e as relações com o tema estudado.

Atividade- Charge 3

Atividade

- a. Conversem em grupo sobre a charge. Façam a leitura, interpretação e a análise da charge apresentada.



- b. Produzam um texto destacando os seus principais entendimentos sobre a problemática ambiental apresentada na charge e as relações com o tema estudado.

Atividade-Charge 4

- a. Conversem em grupo sobre a charge. Façam a leitura, interpretação e a análise da charge apresentada.



- b. Produzam um texto destacando os seus principais entendimentos sobre a problemática ambiental apresentada na charge e as relações com o tema estudado.

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



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)**

Solicitamos a sua autorização para convidar o(a) seu/sua filho(a) (ou menor que está sob sua responsabilidade) _____, para participar, como voluntário(a), da pesquisa **Abordagem da Questão Sociocientífica Mudanças Climáticas para o Desenvolvimento do Pensamento Crítico de Estudantes do Ensino Médio**.

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Janaína Santana da Silva, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), moradora à Rua XXXXX, nº XXXX, XXXXX, Glória do Goitá-Pernambuco, CEP:55.620-000, e-mail: janasantana089@gmail.com, celular para contato (XX) XXXXX-XXXX (inclusive para ligações a cobrar). A pesquisa está sob orientação da Prof^a Dr^a Carmen Roselaine de Oliveira Farias e coorientação da Prof^a Dr^a Rita Paradedda Muhle.

O(a) Senhor(a) será esclarecido(a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele(a) na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o(a) Senhor(a) concordar que o(a) estudante faça parte do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para possa guardá-la e a outra ficará com a pesquisadora responsável.

O/a Senhor/a estará livre para decidir sobre a participação dele(a) nesta pesquisa. Caso não aceite, não haverá nenhum problema, pois desistir é um direito seu. Caso não concorde, não haverá prejuízo para ele(a), bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa: A presente pesquisa envolve uma atividade em sala de aula sobre a Questão Sociocientífica Mudanças Climáticas com estudantes da segunda série do Ensino Médio. A coleta de dados se dará através da apresentação de um caso sociocientífico em Pernambuco, debates, questionário e gravação de áudio. O material produzido nas aulas servirá de apoio às análises da pesquisa de mestrado mencionada.

➤ **Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na pesquisa, local, início, término e número de visitas para a pesquisa.**

Os atores sociais estarão envolvidos na pesquisa que tem o período estimado para sua realização de 5 aulas com duração de 50 minutos cada, ao longo do mês de novembro de 2022. É válido salientar que as aulas serão realizadas no ambiente escolar no qual os estudantes fazem parte.

➤ **RISCOS diretos para o responsável e para os voluntários**

A pesquisa não oferece risco significativo para os estudantes, pois seguirá metodologias pedagógicas conhecidas e aprovadas pela escola e pelo professor da disciplina de Química. Eventualmente, o estudante poderá se sentir cansado ou sem motivação para responder perguntas, o que será respeitado pela pesquisadora.

➤ **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.**

Alguns benefícios diretos e indiretos para os atores sociais envolvidos na pesquisa:

- Discussões acerca de problemáticas socioambientais presentes no cotidiano com base nos conhecimentos científicos da química;
- Realização de debates sobre as mudanças climáticas;
- Interações entre os estudantes e o pesquisador como uma forma de favorecer o desenvolvimento da tomada de decisão por parte dos estudantes e de seu pensamento crítico;

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (gravações de áudio, entrevistas, etc), ficarão armazenados em (pastas de arquivo, computador pessoal), sob a responsabilidade do professor orientador Prof^a Dr^a Carmen Roselaine de Oliveira Farias, pelo período mínimo de 05 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Esta pesquisa está vinculada a um projeto maior intitulado como “Educação científica crítica e reflexiva: contribuições e desafios no processo de construção de uma ferramenta avaliativa” da Universidade Federal de São Carlos que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com o número de parecer: 2.471.904. O CEP é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas, é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas.

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação na Abordagem da Questão Sociocientífica Mudanças Climáticas para o Desenvolvimento do Pensamento Crítico de Estudantes do Ensino Médio, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo(a) pesquisador(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele(a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de seu acompanhamento/ assistência/tratamento) para mim ou para o(a) estudante em questão.

Impressão Digital (opcional)

XXXXXXXXXXXX/PE, _____

Assinatura do (da) responsável: _____

APÊNDICE D- TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS MESTRADO EM
ENSINO DAS CIÊNCIAS

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)**

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: Abordagem da Questão Sociocientífica Mudanças Climáticas para o Desenvolvimento do Pensamento Crítico de Estudantes do Ensino Médio.

Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Janaína Santana da Silva, rua XXXX, N° XXX, XXXXXX, Glória do Goitá-Pernambuco, CEP:55.620-000, e-mail: janasantana089@gmail.com, celular para contato (XX) XXXXX-XXXX (inclusive para ligações a cobrar). A pesquisa está sob orientação da Profª Drª Carmen Roselaine de Oliveira Farias e coorientação da Profª Drª Rita Paradedda Muhle.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa:** A presente pesquisa envolve uma atividade em sala de aula sobre a Questão Sociocientífica Mudanças Climáticas com estudantes da segunda série do Ensino Médio. A coleta de dados se dará através da apresentação de um caso sociocientífico em Pernambuco, debates, questionário e gravação de áudio. O material produzido nas aulas servirá de apoio às análises da pesquisa de mestrado mencionada.

➤ **Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na pesquisa, local, início, término e número de visitas para a pesquisa.**

Os atores sociais estarão envolvidos na pesquisa que tem o período estimado para sua realização de 5 aulas com duração de 50 minutos cada, ao longo do mês de novembro de 2022. É válido salientar que, a intervenção didática será realizada no ambiente escolar no qual os estudantes fazem parte.

➤ **RISCOS diretos para o responsável e para os voluntários**

A pesquisa não oferece nenhum risco para os estudantes. Apenas serão utilizados na intervenção os horários de aulas destinados a disciplina de química.

➤ **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.**

Alguns benefícios diretos e indiretos para os atores sociais envolvidos na pesquisa:

- Discussões acerca de problemáticas socioambientais presentes no cotidiano com base nos conhecimentos científicos da química;
- Realização de debates sobre as mudanças climáticas;
- Interações entre os estudantes e o pesquisador como uma forma de favorecer o desenvolvimento da tomada de decisão por parte dos estudantes e de seu pensamento crítico;

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações de áudio, entrevistas, etc), ficarão armazenados em (pastas de arquivo, computador pessoal), sob a responsabilidade do professor orientador Prof^a Dr^a Carmen Roselaine de Oliveira Farias, pelo período mínimo de 05 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Esta pesquisa está vinculada a um projeto maior intitulado como “Educação científica crítica e reflexiva: contribuições e desafios no processo de construção de uma ferramenta avaliativa” da Universidade Federal de São Carlos que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com o número de parecer: 2.471.90. O CEP é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas e é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas.

Assinatura do pesquisador (a)

ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo Abordagem da Questão Sociocientífica Mudanças Climáticas para o Desenvolvimento do Pensamento Crítico de Estudantes do Ensino Médio, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

XXXXXXXXXXXX/PE, _____

Impressão Digital (opcional)

Assinatura do (da) menor : _____

ANEXOS

ANEXO A- FERRAMENTA AVALIATIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE. A rubrica - FACTS foi retirada do trabalho de Freitas *et al.*, (2022).

EIXO	CRITÉRIOS	NÍVEL 4 (EXPERT)	NÍVEL 3 (AVANÇADO)	NÍVEL 2 (APRENDIZ)	NÍVEL 1 (PRINCIPIANTE)	NÍVEL 0 (NÃO APRESENTA)	
Ensino/Aprendizagem	1	Abordagem dos temas emergentes da sociedade	Desenvolvidos considerando uma perspectiva didática crítica que vise o desenvolvimento de ações transformadoras , por meio da abordagem de questões sociocientíficas e de problemas da realidade próxima , incorporando necessariamente a tomada de decisões/ações por parte dos alunos.	Desenvolvidos considerando uma perspectiva didática crítica por meio da abordagem de questões sociocientíficas, estimulando a tomada de decisões/ações por parte dos alunos.	Desenvolvidos considerando uma perspectiva didática crítica por meio da abordagem de questões sociocientíficas e que não explicitam, necessariamente, a tomada de decisões.	Apresentados a partir de questões ou problemas sociocientíficos de forma acrítica, sem problematizar ou se preocupar com a tomada de decisões/ações por parte dos alunos.	Ausência de temas emergentes da sociedade.
	2	Incentivo ao pensamento crítico e criativo	Mediante: i) o desenvolvimento de habilidades de argumentação, de investigação e de uso de diferentes linguagens; ii) o uso de evidências para justificar as formas de agir e de tomar decisões; iii) leitura crítica da informação e de discursos que denotem desigualdades e assimetrias sociais com construção de discursos contrários a tais posicionamentos.	Baseado em dois dos três itens abaixo: i) o desenvolvimento de habilidades de argumentação, de investigação e de uso de diferentes linguagens; ii) o uso de evidências para justificar as formas de agir e de tomar decisões; iii) leitura crítica da informação e de discursos que denotem desigualdades e assimetrias sociais com construção de discursos contrários a tais posicionamentos.	Baseado em um dos três itens abaixo: i) o desenvolvimento de habilidades de argumentação, de investigação e de uso de diferentes linguagens; ii) o uso de evidências para justificar as formas de agir e de tomar decisões; iii) leitura crítica da informação e de discursos que denotem desigualdades e assimetrias sociais com construção de discursos contrários a tais posicionamentos.	Incentivo ao pensamento crítico e criativo sem levar em consideração os itens apontados nos níveis anteriores.	Pensamento crítico e criativo não são incentivados.
	3	Proposta ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar	Conteúdos, temas e projetos incorporam relações criativas, não usuais, entre as disciplinas científicas e de outras áreas de conhecimento , incluindo pelo menos 4 dimensões (culturais, históricas, políticas, econômicas, éticas ou estéticas).	Conteúdos, temas e projetos incorporam relações criativas, não usuais, entre as disciplinas científicas e de outras áreas de conhecimento , incluindo pelo menos uma dimensão (cultural, histórica, política, econômica, ética ou estética).	Conteúdos, temas e projetos incorporam relações criativas, não usuais, entre as disciplinas científicas, incluindo uma perspectiva aberta e não reducionista.	Conteúdos, temas e projetos incorporam relações apenas entre as disciplinas científicas.	Não desenvolve conteúdos, temas e projetos com um enfoque interdisciplinar.
	4	Incentivo à tomada de posição	Favorece a criação de espaços e oportunidades de afirmação individual, coletiva e criativa para a construção de posicionamentos, baseados no diálogo e confronto de argumentos científicos e tecnológicos, fatos, opiniões, atitudes e práticas socialmente relevantes, provenientes de diferentes fontes que representam diversidade de grupos de pessoas e/ou instituições .	Favorece a criação de espaços e oportunidades de afirmação individual, coletiva e criativa para a construção de posicionamentos, baseados no diálogo e confronto de argumentos científicos e tecnológicos, fatos, opiniões, atitudes e práticas socialmente relevantes .	Favorece a criação de espaços e oportunidades de afirmação individual ou coletiva para a construção de posicionamentos baseados no confronto de argumentos científicos e tecnológicos, considerando diferentes perspectivas .	Favorece a criação de espaços e oportunidades de afirmação individual ou coletiva para o reconhecimento de posicionamentos.	Não favorece o reconhecimento e a construção de posicionamentos.

EIXO A - Processos de	5	<p>Abordagens metodológicas específicas</p>	<p>Enfatiza o componente experimental das ciências da natureza, adotando pelo menos quatro das metodologias de ensino e de aprendizagem que envolvam:</p> <p>i) uma visão tolerante do conhecimento para incluir a visão dos alunos;</p> <p>ii) os modos investigativos das ciências;</p> <p>iii) as competências metacognitivas;</p> <p>iv) a formação de processos coletivos e de trabalhos em grupo;</p> <p>v) o uso do espaço da cidade como contexto educativo;</p> <p>vi) o estímulo para perguntas e práticas criativas.</p>	<p>Enfatiza o componente experimental das ciências da natureza, adotando pelo menos três das metodologias de ensino e de aprendizagem apontadas:</p> <p>i) uma visão tolerante do conhecimento para incluir a visão dos alunos;</p> <p>ii) os modos investigativos das ciências;</p> <p>iii) as competências metacognitivas;</p> <p>iv) a formação de processos coletivos e de trabalhos em grupo;</p> <p>v) o uso do espaço da cidade como contexto educativo;</p> <p>vi) o estímulo para perguntas e práticas criativas.</p>	<p>Enfatiza o componente experimental das ciências da natureza, adotando pelo menos duas das metodologias de ensino e de aprendizagem apontadas:</p> <p>i) uma visão tolerante do conhecimento para incluir a visão dos alunos;</p> <p>ii) os modos investigativos das ciências;</p> <p>iii) as competências metacognitivas;</p> <p>iv) a formação de processos coletivos e de trabalhos em grupo;</p> <p>v) o uso do espaço da cidade como contexto educativo;</p> <p>vi) o estímulo para perguntas e práticas criativas.</p>	<p>Enfatiza o componente experimental das ciências da natureza, adotando pelo menos uma das metodologias de ensino e de aprendizagem apontadas:</p> <p>i) uma visão tolerante do conhecimento para incluir a visão dos alunos;</p> <p>ii) os modos investigativos das ciências;</p> <p>iii) as competências metacognitivas;</p> <p>iv) a formação de processos coletivos e de trabalhos em grupo;</p> <p>v) o uso do espaço da cidade como contexto educativo;</p> <p>vi) o estímulo para perguntas e práticas criativas.</p>	<p>Não prioriza a adoção das abordagens metodológicas específicas apontadas para o ensino e a aprendizagem de Ciências.</p>
	6	<p>Currículo considera a educação como um ato político e a educação científica crucial para a cidadania, apresentando uma organização do programa de ensino que rompe com a perspectiva hegemônica e fragmentada do conhecimento.</p>	<p>O currículo se apresenta:</p> <p>i) estruturado menos por conceitos e mais por eixos temáticos relacionados a problemas reais da sociedade;</p> <p>ii) flexível e aberto para permitir a inclusão de demandas e necessidades por parte da comunidade escolar; iii) comprometido com a construção de múltiplas competências para formar cidadãos críticos, participativos, questionadores da lógica consumista da sociedade e empoderados para resolver problemas e participar de processos decisórios.</p>	<p>O currículo apresenta dois dos aspectos apontados:</p> <p>i) estruturado menos por conceitos e mais por eixos temáticos relacionados a problemas reais da sociedade;</p> <p>ii) flexível e aberto para permitir a inclusão de demandas e necessidades por parte da comunidade escolar; iii) comprometido com a construção de múltiplas competências para formar cidadãos críticos, participativos, questionadores da lógica consumista da sociedade e empoderados para resolver problemas e participar de processos decisórios.</p>	<p>O currículo apresenta um dos aspectos apontados:</p> <p>i) estruturado menos por conceitos e mais por eixos temáticos relacionados a problemas reais da sociedade;</p> <p>ii) flexível e aberto para permitir a inclusão de demandas e necessidades por parte da comunidade escolar; iii) comprometido com a construção de múltiplas competências para formar cidadãos críticos, participativos, questionadores da lógica consumista da sociedade e empoderados para resolver problemas e participar de processos decisórios.</p>	<p>O currículo pode se apresentar estruturado por conceitos e/ou por eixos temáticos, porém os problemas reais da sociedade são tomados com caráter ilustrativo.</p>	<p>O currículo não se apresenta estruturado por eixos temáticos relacionados a problemas reais da sociedade e nem busca romper com a perspectiva hegemônica e fragmentada do conhecimento.</p>

EIXO	CRITÉRIOS	NÍVEL 4 (EXPERT)	NÍVEL 3 (AVANÇADO)	NÍVEL 2 (APRENDIZ)	NÍVEL 1 (PRINCIPIANTE)	NÍVEL 0 (NÃO APRESENTA)
EIXO B – VISÃO E PERCEÇÃO DE C&T NA SOCIEDADE	7	<p>Construção do conhecimento científico e tecnológico</p> <p>A construção do conhecimento científico e tecnológico pelos alunos:</p> <p>i) leva em consideração o papel da História, Filosofia e Sociologia da Ciência;</p> <p>ii) relaciona os diferentes procedimentos e finalidades da C&T;</p> <p>iii) pressupõe a relação de dependência e independência entre eles, numa perspectiva da Tecnociência.</p>	<p>Para a construção do conhecimento científico e tecnológico pelos alunos, ênfatisa dois dos aspectos apontados:</p> <p>i) leva em consideração o papel da História, Filosofia e Sociologia da Ciência;</p> <p>ii) relaciona os diferentes procedimentos e finalidades da C&T;</p> <p>iii) pressupõe a relação de dependência e independência entre eles, numa perspectiva da Tecnociência.</p>	<p>Para a construção do conhecimento científico e tecnológico pelos alunos, enfatiza um dos aspectos apontados:</p> <p>i) leva em consideração o papel da História, Filosofia e Sociologia da Ciência;</p> <p>ii) relaciona os diferentes procedimentos e finalidades da C&T;</p> <p>iii) pressupõe a relação de dependência e independência entre eles, numa perspectiva da Tecnociência.</p>	<p>A construção do conhecimento científico e tecnológico pelos alunos é apresentada apenas pela identificação de seus procedimentos.</p>	<p>Não leva em consideração, para a construção de conhecimentos científicos e tecnológicos pelos alunos, nenhum dos aspectos apontados.</p>
	8	<p>Articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade</p> <p>Estabelece articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade, considerando as correlações entre os processos e resultados da produção científica, sem hierarquizar a importância dos resultados sobre os processos.</p>	<p>Estabelece articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade, considerando os processos e os resultados da produção científica, hierarquizando a importância dos resultados sobre os processos.</p>	<p>Estabelece articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade, considerando somente os resultados da produção científica.</p>	<p>Apresenta exemplificações de representações da Ciência & Tecnologia que circulam na sociedade, sem articular com os processos e resultados da produção científica.</p>	<p>Não possibilita articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade.</p>
	9	<p>Compreensão da C&T como práticas contextualizadas</p> <p>Reconhece a C&T como práticas contextualizadas em pelo menos quatro das seguintes dimensões: política, econômica, social, cultural e ambiental, possibilitando uma percepção mais complexa dos fenômenos.</p>	<p>Reconhece a C&T como práticas contextualizadas em três das seguintes dimensões: política, econômica, social, cultural e ambiental.</p>	<p>Reconhece a C&T como práticas contextualizadas em duas das seguintes dimensões: política, econômica, social, cultural e ambiental.</p>	<p>Reconhece a C&T como práticas contextualizadas, em uma das seguintes dimensões: política, econômica, social, cultural e ambiental.</p>	<p>Não reconhece a C&T como práticas contextualizadas.</p>
	10	<p>Caracterização da C&T como construção social</p> <p>Compreende a C&T como uma construção social, produtora de sentidos e significados em contextos históricos e/ou ideológicos específicos, em que pesem questões sobre as relações de poder (econômicas, étnico-raciais, de gênero) na produção do conhecimento.</p>	<p>Compreende a C&T como uma construção social, produtora de sentidos e significados em contextos históricos e/ou ideológicos específicos.</p>	<p>Compreende a C&T como uma construção social, localizada em contextos históricos e/ou ideológicos específicos.</p>	<p>Define a C&T como uma construção social sem, entretanto, destacar qualquer contexto histórico e/ou ideológico específico.</p>	<p>Não compreende a C&T como construção social.</p>
	11	<p>Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica</p> <p>Apresenta discursos críticos acerca dos interesses e para quem se destina a C&T, problematizando a não equidade na valorização do conhecimento a ser produzido, reforçando a não neutralidade e a indeterminação da C&T e/ou da educação científica.</p>	<p>Apresenta discursos críticos acerca dos interesses e para quem se destina a C&T, problematizando a não equidade na valorização do conhecimento a ser produzido pelas pessoas e instituições.</p>	<p>Apresenta discursos críticos pertinentes, porém pouco rigorosos, sobre a não neutralidade da C&T e/ou da educação científica.</p>	<p>Apresenta apenas afirmações referentes à não neutralidade da C&T e/ou da educação científica.</p>	<p>Não enfatiza a visão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica.</p>

EIXO	CRITÉRIOS	NÍVEL 4 (EXPERT)	NÍVEL 3 (AVANÇADO)	NÍVEL 2 (APRENDIZ)	NÍVEL 1 (PRINCIPIANTE)	NÍVEL 0 (NÃO APRESENTA)	
EIXO C - Cidadania/Ação	12	Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade	Propicia aprendizagens que permitam uma participação consciente e crítica no desenvolvimento de uma sociedade a partir da construção de conhecimentos, valores ou experiências de ação que levem em consideração os conceitos de sustentabilidade, equidade e justiça social.	Propicia aprendizagens que permitam uma participação consciente e crítica no desenvolvimento de uma sociedade a partir da construção de conhecimentos, valores ou experiências de ação que levem em consideração dois dos conceitos: sustentabilidade, equidade e justiça social.	Propicia aprendizagens que permitam uma participação consciente e crítica no desenvolvimento de uma sociedade a partir da construção de conhecimentos, valores ou experiências de ação que levem em consideração um dos conceitos: sustentabilidade, equidade e justiça social.	Defende uma participação consciente e crítica no desenvolvimento de uma sociedade a partir da construção de conhecimentos, valores ou experiências de ação, embora não fundamentada em nenhum dos conceitos: sustentabilidade, equidade e justiça social.	Não estimula a participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade
	13	Participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência	Propicia aprendizagens que permitam empregar e avaliar a perspectiva tanto da Ciência quanto da Tecnologia para uma participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos científico-tecnológicos, bem como estimulando a participação em agendas de pesquisa.	Propicia aprendizagens que permitam empregar e avaliar a perspectiva da Ciência ou da Tecnologia para uma participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos científico-tecnológicos.	Propicia aprendizagens que permitam empregar ou avaliar a perspectiva da Ciência e da Tecnologia para uma participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos científico-tecnológicos.	Propicia aprendizagens que permitam empregar ou avaliar a perspectiva da Ciência ou da Tecnologia para uma participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos científico-tecnológicos.	Não estimula a participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência.
	14	Impactos da Ciência e Tecnologia	Para a análise dos impactos da Ciência e Tecnologia nas decisões atuais e/ou projeções de ações futuras, inclui, no processo de ensino-aprendizagem, os conceitos de risco, princípio da precaução e controvérsia.	Para a análise dos impactos da Ciência e Tecnologia nas decisões atuais e/ou projeções de ações futuras, inclui, no processo de ensino-aprendizagem, dois dos conceitos: risco, princípio da precaução e controvérsia.	Para a análise dos impactos da Ciência e Tecnologia nas decisões atuais e/ou projeções de ações futuras, inclui, no processo de ensino-aprendizagem, um dos conceitos: risco, princípio da precaução e controvérsia.	Para a análise dos impactos da Ciência e Tecnologia nas decisões atuais e/ou projeções de ações futuras, não inclui, no processo de ensino-aprendizagem, nenhum dos conceitos: risco, princípio da precaução e controvérsia.	Não apresenta a análise dos impactos da C&T.
	15	Construção de identidade / pertencimento (inclusão) e de valores	Orienta a reflexão, incentivando a construção de identidade / pertencimento e de valores como responsabilidade, solidariedade e colaboração.	Orienta a reflexão, incentivando a construção de identidade / pertencimento e o desenvolvimento de dois dos valores: responsabilidade, solidariedade e colaboração.	Orienta a reflexão, incentivando a construção de identidade / pertencimento e o desenvolvimento de um dos valores: responsabilidade, solidariedade e colaboração.	Orienta a reflexão, incentivando a construção de identidade / pertencimento.	Não apresenta reflexões que incentivem a construção de identidade / pertencimento (inclusão) e de valores.
	16	Perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais	Apresenta diferentes pontos de vista em relação a questões ambientais e questões emergentes socialmente relevantes, com espaços para os indivíduos exprimirem sua humanidade.	Apresenta diferentes pontos de vista em relação a questões ambientais ou questões emergentes socialmente relevantes, com espaços para os indivíduos exprimirem sua humanidade.	Apresenta pontos de vista diversos mas não relacionados em relação a questões ambientais e questões emergentes socialmente relevantes.	Apresenta um único ponto de vista em relação a questões sociais ou questões ambientais.	Não apresenta reflexões sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais