



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**

MARIA APARECIDA DA SILVA ANDRADE

**DIÁLOGOS ENTRE A ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS
SOB O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE E
A PEDAGOGIA FREIREANA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES/AS DE
CIÊNCIAS PARA OS ANOS INICIAIS**

**SALVADOR
2020**

MARIA APARECIDA DA SILVA ANDRADE

**DIÁLOGOS ENTRE A ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS
SOB O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE E
A PEDAGOGIA FREIREANA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES/AS DE
CIÊNCIAS PARA OS ANOS INICIAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosiléia Oliveira de Almeida
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Dália Melissa Conrado

SALVADOR
2020

Andrade, Maria Aparecida da Silva.

Diálogos entre a abordagem de questões sociocientíficas sob o enfoque ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e a pedagogia freireana na formação de professores/as de ciências para os anos iniciais / Maria Aparecida da Silva Andrade. – 2020.

380 f. : il.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosiléia Oliveira de Almeida.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Dália Melissa Conrado.

Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação, Salvador, 2020.

Programa de Pós-Graduação em convênio com a Universidade Estadual de Feira de Santana.

1. Professores de ensino fundamental - Formação. 2. Ciências - Estudo e ensino (Ensino fundamental). 3. Pedagogia crítica. 4. Pensamento crítico. 5. Educação - Aspectos sociais. I. Almeida, Rosiléia Oliveira de. II. Conrado, Dália Melissa. III. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. IV. Universidade Estadual de Feira de Santana. V. Título.

MARIA APARECIDA DA SILVA ANDRADE

**DIÁLOGOS ENTRE A ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS
SOB O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE E
A PEDAGOGIA FREIREANA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES/AS DE
CIÊNCIAS PARA OS ANOS INICIAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana.

Banca examinadora:

Rosiléia Oliveira de Almeida- Orientadora

Doutora em Educação - Universidade Estadual de Campinas
Professora Associada da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia

Dália Melissa Conrado- Coorientadora

Doutora em Ecologia - Universidade Federal da Bahia
Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências - Universidade Federal da Bahia
Professora Colaboradora da Universidade Federal da Grande Dourados (PPGEdu/UFGD-MS)

Fábio Pessoa Vieira

Doutor em Ciências do Ambiente - Universidade Federal do Tocantins
Professor da Universidade Federal da Bahia

Marco Antônio Leandro Barzano

Doutor em Educação- Universidade Estadual de Campinas
Professor Titular da Universidade Estadual de Feira de Santana

Irlan Von Linsingen

Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal de Santa Catarina
Professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina

Simoni Tormöhlen Gehlen

Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina
Professora Adjunta da Universidade Estadual de Santa Cruz

Nei de Freitas Nunes-Neto

Doutor em Ecologia
Professor Adjunto da Universidade Federal da Grande Dourados

Dedico este trabalho à minha mãe, pelo amor e cuidado. És a minha maior inspiração, obrigada por me deixar levar um pouco da tua fé e força e por não me deixar desistir frente às dificuldades. Obrigada por me encontrar no caminho da escola, carregando um pão com ovo, dividir a estrada comigo, seguir teus passos, seu olhar de pena me deu ainda mais força. Obrigada por cada moeda tirada do bolso para que, nas 7 horas fora de casa, na busca deste sonho, a fome não me fizesse desistir. Cada incentivo frente às dificuldades da vida me ajudou a chegar até aqui. Mesmo diante de tantos “nãos” da vida, dentro de mim existia um sim! Ao meu pai Ourival (in memorian), pelo amor extremo e por me ensinar em tão pouco tempo as nuances da vida, por me mostrar o caminho certo a partir dos seus valores que, apesar da tua ausência, continuam presentes e se tornaram meu alicerce, sendo fruto da tua essência; estou realizando também o teu sonho. A dor da tua ausência se transformou em coragem, em luta, para sobreviver nesse mundo, onde a presença e o apoio de um pai não podem ser substituídos. Onde quer que você esteja, que sinta a alegria de ver sua filha receber o título de Doutora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram a ser quem eu sou e por cada voto de confiança, me possibilitando alcançar meus objetivos. De alguns não sei o nome, de outros não me recordo, talvez nem tenha percebido... Mas obrigada a todos pelas marcas que me legaram, essas serão eternas. Estas marcas, me fazem continuar acreditando na construção de um projeto de sociedade que seja de todos, que contemple os esfarrapados do mundo, aqueles que têm a sua existência negada, que se descubram na negação, que digam sim ao mundo em toda a sua contradição.

Aos meus irmãos e irmãs, pelo apoio incondicional e por acreditarem em mim sempre, por todo o espírito de garra e união que foram essenciais para que eu continuasse neste percurso, ofereço-lhes agora a minha eterna gratidão, devo-lhes esta conquista.

Às minhas sobrinhas e sobrinhos, que minhas palavras e a minha luta lhes sirvam de inspiração, que eu possa ver todos construindo um caminho de honestidade e que eu possa estar sempre junto, para apoiar no que preciso for. Vocês serão sempre o motivo pelo qual eu busco e penso em uma sociedade melhor.

Ao meu marido Júnior, pelo incansável apoio e compreensão em todos os momentos, estes foram revigorantes e indispensáveis.

Aos estudantes de Pedagogia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, por me inspirarem tanto amor, por me fazerem amar a docência, por me fazerem acreditar na construção de uma sociedade democrática e justa.

À minha orientadora Rose, pelo exemplo que é, no qual venho me espelhando. Pelo apoio maternal que sempre teve comigo desde o nosso primeiro contato, muito obrigada por acreditar em mim, pela confiança, pelo compromisso com meus textos, pela paciência com as minhas dificuldades. Seu apoio foi essencial para que eu chegasse até aqui, és um exemplo de ser humano e profissional, sempre comprometida com a atuação docente igualitária e crítica. Muito obrigada por ser inspiração!

À Dália Melissa Conrado, pelo apoio desde o início, pelo incentivo e por ter me guiado e permitido começar e alinhar meu trabalho. Gostaria de agradecer também pelo apoio nos textos, pela paciência e inúmeras trocas de mensagem carregadas de conhecimento e sensibilidade, aprendi muito com as suas contribuições.

Aos meus orientadores da graduação, Gabriel Ribeiro, pelo exemplo de profissional, pelo comprometimento com o ensino, pela seriedade que constrói as suas pesquisas, sempre preocupado em fornecer o melhor para os seus alunos. Obrigada por me ensinar a andar neste caminho, seus ensinamentos até hoje me acompanham e orientam o meu fazer docente! À Marcos da Cunha Teixeira

por ter contribuído também com a minha formação, através do PET- Programa de Educação Tutorial Conexões de Saberes Socioambientais, por me mostrar o caminho ético e comprometido de contribuir com a ciência, por ter me apresentado os ideais de Paulo Freire, os quais somaram de maneira absoluta para a minha formação humana e profissional. Eu devo muito a você! À Ósia Alexandrina, pelo exemplo de pesquisadora, a qual pude me espelhar, enquanto mulher, exemplo de dedicação e comprometimento, tornou-se uma inspiração para o alcance dos meus objetivos de pesquisadora e professora.

Às minhas amigas Renata e Taíse, por esse amor incondicional, por serem luz e me inspirarem na busca e concretização deste sonho.

Aos meus alunos que participaram da pesquisa, por me possibilitarem esta vivência incrível e pelo amadurecimento adquirido. Vocês me ensinaram o verdadeiro sentido da docência.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, pela disponibilidade sempre.

“Aos esfarrapados do mundo e aos que neles se descobrem e, assim descobrindo-se, com eles sofrem, mas sobretudo, com eles lutam”
(Paulo Freire, Pedagogia do Oprimido, 1970)

RESUMO

ANDRADE, Maria Aparecida da Silva. **Diálogos entre a abordagem de questões sociocientíficas sob o enfoque ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e a pedagogia freireana no contexto da formação de professores/as de ciências para os anos iniciais.** 2020. 382p. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, UFBA/UEFS, 2020.

No contexto sócio-político em que vivemos, muitos são os questionamentos sobre qual a formação adequada para os/as professores/as, o que devemos ensinar aos/às licenciandos/as e como devemos prepará-los/as. Nesse sentido, acreditamos que o papel do ensino de Ciências não deve se limitar à transmissão de conteúdos conceituais, uma vez que é necessária a preparação dos/as estudantes para atuarem criticamente na sociedade. O objetivo geral da pesquisa foi analisar as contribuições da convergência da abordagem de questões sociocientíficas sob o enfoque CTSA e a pedagogia freireana na formação de professores de Ciências para os anos iniciais. Para isso, a partir dos pressupostos teóricos estudados, elaboramos uma sequência didática, orientada pela pedagogia freireana e pelo ensino baseado em Questões Sociocientíficas na perspectiva CTSA, visando à aprendizagem de conceitos, bem como à formação crítica e reflexiva dos/as licenciandos/as de um curso de Pedagogia. Os instrumentos de produção de dados foram gravação dos áudios das aulas, respostas de exercícios, de questionários, análise de caderno de campo dos/as licenciandos/as bem como das anotações do diário da pesquisadora. Em suma, os resultados mostraram que: 1) o uso de Questões Sociocientíficas, no contexto da educação CTSA e da perspectiva freireana, permitiu diálogos em variados aspectos teóricos e metodológicos, trocando contribuições e propondo desafios ao ensino na atualidade, constituindo-se como bases teóricas profícuas para fundamentar mudanças significativas no contexto educacional, visando à formação crítica dos/as licenciandos/as; 2) a perspectiva freireana pode contribuir com um viés mais humanista para a formação de professores/as, por meio da aproximação com os problemas do contexto local, regional e nacional, contribuindo para a construção de aprendizagens significativas e comprometidas com a realidade, e o posicionamento crítico e engajado; 3) os/as licenciandos/as manifestaram motivação para a aprendizagem e para a ação a partir do trabalho com questões sociocientíficas encontradas em sua realidade existencial; 4) neste contexto, ao conciliar as perspectivas teóricas utilizadas nesta tese, propomos a designação de Temas Geradores Sociocientíficos, os quais seriam temas que envolvem controvérsias sociocientíficas legitimadas pelos estudantes na/com a comunidade. Observamos que os/as licenciandos/as ressignificaram a visão sobre determinados conteúdos a partir da abordagem na perspectiva CTSA e na pedagogia freireana, através do contato intenso com os temas estudados, desvelando múltiplas relações CTSA envolvidas nos temas e transitando de uma perspectiva puramente biológica para uma visão mais ampliada e questionadora. Além disso, percebemos entre os/as licenciandos/as a adoção de uma postura investigativa, bem como o desencadeamento do posicionamento crítico e político frente aos problemas que enfrentam nas suas comunidades, construindo um perfil de professor (a) apto (a) para o enfrentamento das necessidades da sociedade atual. Ao abordar uma perspectiva interdisciplinar, este trabalho contribui para o enfrentamento de dificuldades existentes na formação polivalente do pedagogo, auxiliando no diálogo necessário à uma prática de ensino dialógica e transformadora.

Palavras-chave: Ensino de Ciências: Anos Iniciais. Formação de Professores. Pedagogia Freireana. Questões Sociocientíficas. Abordagem CTSA.

ABSTRACT

In the socio-political context in which we live, there are many questions about what is the appropriate training for teachers, what should we teach to undergraduate students and how should we prepare them. In this sense, we believe that the role of science education should not be limited to the transmission of conceptual contents, since it is necessary to prepare students to act critically in society. The main objective of the research was to analyze the contributions of the convergence of the approach to socio-scientific issues under the STSE education and Freire's pedagogy in the training of Science teachers for the early years. Based on the theoretical assumptions studied, we elaborated a didactic sequence, guided by Freire's pedagogy and Socioscientific Issues in the STSE education, aiming at the learning of concepts, as well as the critical and reflective training of undergraduates of a Pedagogy course. The instruments of data production were the recording of audios from the classes, answers to exercises, questionnaires, analysis of the graduates' field notebook as well as the notes of the researcher's diary. In summary, the results show that: 1) the use of Socio-Scientific Issues in the context of STSE education and the Freirean perspective dialogues in various theoretical and methodological aspects, exchanging contributions and proposing challenges to teaching today, constituting themselves as useful theoretical bases to substantiate significant changes in the educational context, aiming at the critical training of undergraduate students. 2) The Freirean perspective can contribute with a more humanistic bias for teacher training, by approaching the problems of the local, regional and national context, contributing to the construction of meaningful learning and committed to reality, critical and engaged positioning. 3) the undergraduate students showed motivation for learning and acting based on working with socio-scientific issues found in their existential reality. 4) When reconciling the theoretical perspectives used in this thesis, we propose the designation of Socioscientific Generating Themes, which are themes that involve socio-scientific controversies legitimized by students in / with the community. We observed that licentiate students re-signified views on certain contents from the work with SSI* in the STSE** perspective and on Freire's pedagogy, through intense contact with the studied themes, revealing the multiple STSE relationships involved in them and moving from a purely biological perspective to a broader and more questioning view. In addition, the adoption of an investigative stance was evident among the undergraduate students, as well as the triggering of the critical and political positioning in relation to the problems they face in their communities, building a profile of a suitable teacher to face the needs of today's society. By making an approach from an interdisciplinary perspective, this work contributes to facing the existing difficulties in the polyvalent formation of the pedagogue, assisting in the dialogue necessary for the practice of dialogical and transformative teaching.

Keywords: Science teaching:. Early years. Teacher training. Freirean Pedagogy. Socio-scientific issues. STSE approach.

RESUMEN

En el contexto sociopolítico en el que vivimos, hay muchas preguntas sobre cuál es la capacitación adecuada para los maestros, qué debemos enseñar a los estudiantes universitarios y cómo debemos prepararlos. En este sentido, creemos que el papel de la educación científica no debe limitarse a la transmisión de contenidos conceptuales, ya que es necesario preparar a los estudiantes para actuar de manera crítica en la sociedad. El objetivo general de la investigación fue analizar las contribuciones de la convergencia del enfoque a los problemas socio-científicos bajo el enfoque CTSA y la pedagogía de Freire en la formación de docentes de ciencias durante los primeros años. Para eso, en base a los supuestos teóricos estudiados, elaboramos una secuencia didáctica, guiada por la pedagogía y los problemas sociocientíficos de Freire en la perspectiva CTSA, con el objetivo de aprender conceptos, así como la formación crítica y reflexiva de los graduados de un curso de pedagogía. Los instrumentos de producción de datos fueron el registro de los audios de las clases, las respuestas a los ejercicios, los cuestionarios, el análisis del cuaderno de campo de los graduados, así como las notas del diario del investigador. En resumen, los resultados muestran que: 1) el uso de Cuestiones Sociocientíficas en el contexto de la educación CTSA y los diálogos de perspectiva freireanos en varios aspectos teóricos y metodológicos, intercambiando contribuciones y proponiendo desafíos a la enseñanza actual, constituyéndose como bases teóricas útiles para sustanciar cambios significativos en el contexto educativo, con el objetivo de la formación crítica de estudiantes de pregrado. 2) La perspectiva freireana puede contribuir con un sesgo más humanista para la formación del profesorado, al abordar los problemas del contexto local, regional y nacional, contribuyendo a la construcción de un aprendizaje significativo y comprometido con la realidad, el posicionamiento crítico y comprometido. 3) los estudiantes universitarios mostraron motivación para aprender y actuar basados, en el trabajo con problemas socio-científicos encontrados en su realidad existencial. 4) Al conciliar las perspectivas teóricas empleadas en esta tesis, se propone la designación de Generación de Temas Sociocientíficos, que son temas que involucran controversias sociocientíficas legitimadas por estudiantes en / con la comunidad. Observamos que los/las licenciados/as resignificaron la opinión sobre ciertos contenidos del trabajo con ASC* en la perspectiva CTS** y en la pedagogía de Freire, mediante el contacto intenso con los temas estudiados, revelando las múltiples relaciones CTS involucradas en ellos y moviéndose desde una perspectiva puramente biológica para una visión más amplia y más cuestionadora. Además, la adopción de una postura de investigación fue evidente entre los/las estudiantes de licenciatura, así como el desencadenamiento del posicionamiento crítico y político en relación con los problemas que enfrentan en sus comunidades, creando un perfil de un/a profesor/a adecuado para enfrentar las necesidades de la sociedad actual. Al abordar una perspectiva interdisciplinaria, este trabajo contribuye a afrontar las dificultades existentes en la formación polivalente del pedagogo, asistiendo en el diálogo necesario para la práctica de la enseñanza dialógica y transformadora.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias: Primeros años. Formación de profesores. Pedagogía freireana. Cuestiones sociocientíficas. Enfoque CTSA.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRASCO- Associação Brasileira de Saúde Coletiva

AIDS- Síndrome da Imunodeficiência adquirida

CPA- Conceituais, procedimentais, atitudinais

CTS- Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA- Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

FAO- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO)

IPCC- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

ONU- Organização das Nações Unidas

PC- Pensamento Crítico

SD- Sequência Didática

PET- Programa de Educação Tutorial

QSC- Questão Sociocientífica

TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TG- Temas Geradores

TGS- Temas Geradores Sociocientíficos

UFRB- Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1	Atividades de formação para apropriação teórico-metodológica do uso de Questão Sociocientífica com base na pedagogia freireana e educação CTSA.	50
Quadro 2	Estratégias de pesquisa utilizadas nesta investigação.	57
Quadro 3	Contribuições do uso de Questões Sociocientíficas na perspectiva CTSA e da Pedagogia Freireana para a formação do pensamento crítico.	91
Quadro 4	Contribuições de diferentes autores para o alcance de habilidades de pensamento crítico.	103
Quadro 5	Habilidades esperadas para o alcance de PC a partir do trabalho com base nos referenciais da educação CTSA, Questões Sociocientíficas e pedagogia Freireana.	107
Quadro 6	Crítérios de convergência e divergências entre as abordagens freireana e de QSC na perspectiva CTSA.	125
Quadro 7	Níveis de complexidade atribuído pelos alunos aos problemas encontrados.	138
Quadro 8	Níveis de abrangência atribuído pelos alunos aos problemas encontrados.	141
Quadro 9	Quadro comparativo com critérios complementaridade do trabalho na perspectiva freireana e questões sociocientíficas.	148
Quadro 10	Ferramenta utilizada para a análise das categorias propostas	155
Quadro 11	Apropriação pelos/as estudantes do uso de Questões Sociocientíficas na perspectiva CTSA com base na pedagogia freireana, a partir da análise de scripts descritivos e dos áudios das apresentações orais dos mesmos.	157
Quadro 12	Crítérios freireanos que foram considerados para elaboração do plano.	168
Quadro 13	Componentes dos domínios CTSA articulados na QSC, no início e no final da disciplina sobre o tema Dengue.	193
Quadro 14	Componentes dos domínios CPA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC no início e no final da disciplina sobre o tema proliferação de escorpião.	201
Quadro 15	Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC, no início e no final da disciplina sobre o tema proliferação de escorpião	213
Quadro 16	Componentes das dimensões CPA articuladas no processo de elaboração e apresentação da QSC no início e no final da disciplina, sobre o tema Desmatamento	218
Quadro 17	Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC, no início e no final da disciplina, sobre o tema desmatamento	234
Quadro 18	Dimensões CPA mobilizadas no início e no final da abordagem de QSC, sobre o tema legalização da maconha para uso medicinal.	241
Quadro 19	Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC, no início e no final da disciplina, sobre o tema legalização da maconha para uso medicinal.	251
Quadro 20	Dimensões CPA mobilizadas no início e no final da abordagem de QSC, sobre o tema lixo eletrônico.	256
Quadro 21	Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC, no início e no final da disciplina, sobre o tema lixo eletrônico	280
Quadro 22	Dimensões CPA mobilizadas no início e no final da abordagem de QSC sobre o tema Alimentação Saudável	284
Quadro 23	Análise geral da apropriação de Questão Sociocientífica, com base em Ratcliff e Grace (2003).	285
Quadro 24	Alcance por grupos de pressupostos da abordagem freireana.	291
Quadro 25	Alcance de habilidades de pensamento crítico dos grupos analisados.	298
Quadro 26	Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC, no início e no final da disciplina, sobre o tema alimentação saudável.	300

Tabela 1	Frequência dos elementos CTSA ou da relação destes nas discussões dos participantes	303
Quadro 27	Ações didático-pedagógicas em ciências naturais: estratégias promotoras de habilidades crítico-reflexivas.	323

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Eu e minha mãe, Venina Rodrigues da Silva.	28
Figura 2. Imagens de Reuniões, palestras, encontros na comunidade e Estágio interdisciplinar de vivência em área de reforma agrária (EIVI)	30
Figura 3. Praça central e igreja matriz de Amargosa.	42
Fluxograma 1. Etapas na investigação do tema gerador sociocientífico.	49
Figura 4. Mapeamento inicial dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema Lixo e proliferação da Dengue.	188
Figura 5. Mapeamento final dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema Lixo e proliferação da Dengue.	190
Figura 6. Desenho produzida por uma licencianda do curso de Pedagogia quando cursou a disciplina de ensino e aprendizagem de Ciências Naturais no semestre 2017.2.	210
Figura 7. Mapeamento final dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema proliferação de escorpíões.	215
Figura 8. Maquete construída para demonstrar a importância da mata ciliar na produção e filtração da água.	223
Figura 9. Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC, no início e no final da disciplina sobre o tema desmatamento	238
Figura 10. Mapeamento final dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema legalização das drogas	254
Figura 11. O caçador letrado.	271
Figura 12. Mapeamento final dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema lixo eletrônico	282
Figura 13. Mapeamento final dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema alimentação saudável	302
Figura 14. Ações sociopolíticas realizadas à beira do Rio Jiquiriçá e no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia por grupos que trabalharam com o tema “Desmatamento”, no semestre 2018.2.	314
Figura 15. Aula prática para observação de estômato no microscópio.	315
Figura 16. Ação sociopolítica realizada na Feira Municipal de Amargosa, Bahia. O tema abordado pelo grupo foi “O uso do carbureto na maturação de banana: impactos socioambientais”, no semestre 2019.1.	315
Figura 17. Material de divulgação científica distribuído na feira livre de Amargosa, produzido pelo grupo sobre a maturação induzida da banana pelo uso do carbureto, no semestre 2019.1.	315
Figura 18. Materiais de divulgação científica produzidos pelo grupo sobre os impactos socioambientais do consumo da carne bovina, no semestre 2019.1.	316
Figura 19. Página criada pelo grupo para divulgação de notícias relacionadas ao declínio dos polinizadores, no semestre 2019.1.	316
Figura 20. Caso em forma de tirinhas sobre a indução da maturação de banana pelo carbureto e impactos na saúde, produzido no semestre 2019.1.	319
Figura 21. Caso em forma de história em quadrinhos sobre o declínio de polinizadores, no semestre 2019.1.	319

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO	14
1.1	Um panorama geral sobre a pesquisa em Educação em Ciências que utiliza as QSCs na perspectiva CTSA	19
1.2	Os encontros com Paulo Freire: Marcas, legados e inquietações	26
1.3	A infância na escola rural: será que posso <i>ser mais</i> ?	27
1.4	Grupo de estudos <i>Paulo Freire e os Saberes Socioambientais</i> na construção de uma visão humanista de mundo: Transcendendo situações-limite.	29
1.5	O ingresso no programa de Mestrado e Doutorado em Ensino, Filosofia e História das ciências.	31
1.6	Justificativa de escolha do tema	34
1.7	Objetivos de pesquisa	38
	CAPÍTULO I CAMINHOS METODOLÓGICOS	40
1.0	Caminhos metodológicos	38
1.1	Contexto da pesquisa	41
1.2	Caracterização do curso de Licenciatura em Pedagogia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	43
1.2.1	<i>A realidade existencial</i>	45
1.2.2	<i>A definição de temas sociocientíficos com enfoque CTSA na perspectiva freireana</i>	45
1.2.3	<i>Processos de formação no uso de Questão Sociocientífica com base na pedagogia freireana e educação CTSA: Construção da práxis</i>	49
1.2.4	<i>Meios para a concretização e apresentação dos conhecimentos construídos</i>	53
1.3	As técnicas de produção e análise de dados	55
	CAPÍTULO II DIÁLOGOS ENTRE A ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS SOB O ENFOQUE CTSA E A PEDAGOGIA FREIREANA NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS	58
2.0	Introdução	58
2.1	Questões sociocientíficas na perspectiva CTSA: apontamentos para a formação de professores	60
2.2	Construção de pensamento crítico e reflexivo no contexto socioambiental latino americano: possibilidades para a formação de professores	74
2.3	A importância da construção do pensamento crítico na formação de professores de ciências naturais: possibilidades a partir da abordagem de QSC na perspectiva CTSA e pedagogia freireana	83
2.4	Aspectos de complementaridade entre as questões sociocientíficas e a pedagogia freireana: contribuições para o ensino de Ciências Naturais	108
	CAPÍTULO III ENSINO DE CIÊNCIAS MEDIATIZADO PELA REALIDADE EXISTENCIAL: A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA É POLÍTICA	

3.0	Introdução	132
3.1	Freire no ensino de Ciências a partir de problemas sociocientíficos locais: Atribuição de sentidos ao mundo existencial através da investigação de problemas locais.	133
3.2	Possibilidades de articulação entre a abordagem de questão sociocientífica e pedagogia freireana para a formação crítica e reflexiva: os olhares dos licenciandos em pedagogia.	148
3.3	O ensino mediatizado pelo mundo: apropriação pelos estudantes do uso de questões sociocientíficas na perspectiva CTSA com base na pedagogia freireana.	155
3.3.1	<i>Grupo A “Dengue: das soluções pautadas na ciência e tecnologia aos problemas socioambientais”</i>	159
3.3.2	Pressupostos da abordagem pedagógica freireana na construção de sequências didáticas pelos estudantes.	167
3.3.3	Alcance de pensamento crítico a partir do trabalho com questões sociocientíficas na perspectiva freireana.	180
3.3.4	Elementos das relações entre CTSA mobilizados pelos estudantes.	187
3.3.5	Dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais mobilizados pelos estudantes.	194
3.4.1	<i>Proliferação de escorpiões em Amargosa-Ba: Aspectos socioambientais em evidência.</i>	200
3.4.2	<i>Desmatamento e seca do Rio Jiquiriçá: Efeitos socioambientais para diferentes grupos sociais.</i>	216
3.4.3	<i>A legalização das drogas para uso medicinal: entre o lícito e o ilícito</i>	239
3.4.4	<i>Impactos socioambientais do lixo eletrônico</i>	255
3.4.5	<i>Alimentação saudável e alimentos industrializados: a influência da mídia na construção de hábitos alimentares no sec. XXI</i>	283
3.5	Limites e possibilidades encontradas pelos licenciandos na construção das QSC, a partir da tentativa de convergência dos pressupostos teóricos estudados.	304
3.6	Práxis: a construção de sujeitos transformadores do mundo por meio de ações sociopolíticas.	311
3.7	Práticas didático-pedagógicas em ciências naturais: estratégias promotoras de habilidades crítico-reflexivas.	322
4.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	334
	REFERÊNCIAS	341
	APÊNDICES	357
	A- Roteiro de identificação e caracterização de problema local	361
	B- Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	363
	C- Questionário para alcance de conhecimentos prévios	365
	D- Script descritivo analisado na pesquisa	366

1.0 INTRODUÇÃO

Nesta seção, buscamos dialogar com as bases teóricas que sustentam esta tese, estabelecendo as aproximações e os distanciamentos entre as mesmas, na tentativa de construção de abordagens de ensino dialéticas e transformadoras que contribuam com a educação científica, a partir dos desafios do contexto social, científico e ambiental atual. Assim, discutiremos, nesta seção, a importância do trabalho com Questão Sociocientífica (QSC) na perspectiva CTSA e as possibilidades de convergência com pressupostos freireanos na formação de professores/as críticos/as e reflexivos/as.

No contexto sócio-político em que vivemos, muitos são os questionamentos sobre qual a formação adequada para os/as professores/as, o que devemos ensinar para os/as alunos/as e como devemos prepará-los/as. Acreditamos que o papel da educação e do ensino de Ciências não deve se limitar à transmissão de conteúdos conceituais, sendo necessária a preparação dos/as estudantes para atuarem na sociedade (SANTOS, 2007; FREIRE, 1995). Tradicionalmente, o ensino de Ciências vem negligenciando o papel e a importância da história e da filosofia neste campo, reforçando o desenvolvimento de posturas científicas na formação de professores, uma vez que, há o predomínio de abordagens de ensino pautadas em aspectos conceituais dos conteúdos, em detrimento de reflexões que permitam a discussão crítica em torno da atividade científica. Por exemplo, como afirmam Gil-Pérez *et al.*, (2001), a ciência vem sendo erroneamente vista como livre de valores e, portanto, neutra.

A dificuldade em superar a predominância de visões fragmentadas sobre a ciência no contexto da sala de aula se deve, entre outros fatores, à formação disciplinar dos/as professores/as (MARTÍNEZ-PÉREZ; CARVALHO, 2012). De acordo com Hodson (2004), o ensino deve promover reflexões sobre a natureza da ciência e da tecnologia, capacidades de investigação em ciência e ativismo sociopolítico sobre problemas sociocientíficos. Para atingir esse ativismo, os/as professores/as assumem o papel de construtores/as de currículo (e não apenas executores/as), preocupados/as com o desenvolvimento de habilidades e atitudes (REIS, 2013).

Na perspectiva freireana, o ensino não deve se basear apenas em conteúdos conceituais, mas contemplar uma formação com embasamento crítico, reflexivo e político (FREIRE, 1995). Freire defende a postura radical, em que a ação é sempre submetida à reflexão. Para o educador Paulo Freire, a participação dos/as alunos/as nos processos sociopolíticos do seu contexto não deve ser realizada apenas por diversão, situação em que os indivíduos são apenas influenciados

a participarem de maneira ingênua, sem a devida formação política acerca de um problema, mas deve ser marcada pela compreensão crítica dos referidos processos sociopolíticos, reconhecendo e buscando a superação das contradições vivenciadas em seu contexto. Segundo Freire

Não há nada que mais contradiga e comprometa a emergência popular do que uma educação que não jogue o educando às experiências do debate e da análise dos problemas e que não lhe propicie condições de verdadeira participação (FREIRE, 1967, p. 93).

No contexto da educação crítica, um diálogo entre a perspectiva CTSA e as ideias do pensador Paulo Freire ocorre no sentido de ambas defenderem a abordagem temática, a seleção dos conteúdos e materiais didáticos a partir de problemas complexos existentes em sua realidade, o trabalho interdisciplinar e o papel do educador no processo de ensino e aprendizagem e no intuito de formação cidadã (LINSINGEN, 2006). As Questões Sociocientíficas (QSCs) podem ser um meio pelo qual as relações CTSA sejam trabalhadas em sala de aula, uma vez que, o ensino baseado em QSC oferece meios didático-pedagógicos para a problematização das concepções tecnicistas e fragmentadas presentes na educação (PEDRETTI, 2013). Além disso, as QSCs no contexto CTSA podem ser uma ferramenta pedagógica para o desenvolvimento de atitudes frente a dilemas socioambientais, incentivando a tomada de decisão diante de questões controversas (HODSON, 2004).

Segundo Libâneo (2002), o contexto sociopolítico e cultural em que vivemos, reforçam tendências de ensino, dentre elas a tendência neotecnicista, a qual, conforme Conrado (2017, p. 29)

[...] tem como principal objetivo a formação de sujeitos para o sistema produtivo, com base na racionalidade técnica/instrumental, e ênfase em métodos de ensino que priorizam a transmissão de conhecimentos, objetivando a manutenção do *status quo*, sugerindo uma distinção entre a educação para formar mão-de-obra eficaz e para formar os líderes do processo produtivo.

Essa abordagem tem sido considerada, por vários/as autores/as, como tradicional e tecnicista, sendo ainda muito comum na educação científica (LUCKESI, 2011).

Partimos de uma concepção de educação como sendo um processo de apropriação de cultura, entendida como tudo que os seres humanos produzem em sua transcendência em relação a natureza, envolvendo conhecimentos, valores, crenças, ciência, tecnologia, direito, costumes (PARO, 2010). Ainda, segundo este mesmo autores''

Ao se tomar a cultura como objeto de apropriação, ampliam-se os conteúdos da educação; assim, a função desta não é somente prover habilidades e transmitir conceitos ou preparar para o ingresso no mercado de trabalho, mas visa à formação dos seres humanos em sua integralidade, como seres históricos (PARO, 2010, p. 27).

“Em consequência disso, o conteúdo escolar é a própria cultura, como produção histórica dos seres humanos” (PARO, 2010, p. 27). Nesse sentido, segundo Freire:

A partir das relações do homem com a realidade, resultantes de estar com ela e de estar nela, pelos atos de criação, recriação e decisão, vai ele dinamizando o seu mundo. Vai dominando a realidade. Vai humanizando-a. Vai acrescentando a ela algo de que ele mesmo é o fazedor. Vai temporalizando os espaços geográficos. Faz cultura. (FREIRE, 1967, p. 43).

Freire (1967) ressalta que é importante que o indivíduo se reconheça na sua realidade, no seu espaço, como agente transformador, entendendo o seu meio “e a si mesmo como mutáveis e históricos” (FREIRE, 1967, p. 43). Segundo o mesmo autor, este exercício de se reconhecer em seu contexto, de compreendê-lo, não permite a imobilidade.

E, quando julga que se salva seguindo as prescrições, afoga-se no anonimato nivelador da massificação, sem esperança e sem fé, domesticado e acomodado: já não é sujeito. Rebaixa-se a puro objeto. Coisifica-se. (FREIRE, 1967, p. 43).

Considerar o ser humano como ser histórico implica reconhecê-lo como ser social e, conseqüentemente, político. Reformas realizadas para a formação de professores/as estão condicionadas ao seu contexto sociopolítico, assim, no século XXI, quando as políticas neoliberais ganham força, um novo perfil de professor passa a ser exigido, o qual supervaloriza o saber prático, pragmático, que privilegia a racionalidade técnica¹, sem considerar a dimensão sócio-política, cultural que é constituinte da prática pedagógica.

Assim, é necessário ao/à docente se reconhecer como um (a) trabalhador (a) de um fazer que guarda intenções de libertação, que ajude a promover uma formação ética, moral e intelectual. Nesse panorama, observamos que, muitas vezes, o trabalho do professor é visto como um trabalho qualquer, em que se separa produção e execução, como em uma fábrica, por exemplo; com isso, cada dia mais, observa-se a perda de autonomia docente em produzir e propor práticas de ensino coerentes com a sua realidade e a execução destas propostas, assumindo-se então, como intelectuais transformadores (SILVA, 2011; MARTÍN-Z-PÉREZ, 2012; SOUZA; CHAPANI, 2014).

Silva (2011) defende o modelo de formação de professores/as na perspectiva crítico-emancipadora, a qual busca construir a indissociabilidade de teoria e prática na práxis. “Tal concepção abarca as dimensões do conhecer – da atividade teórica – e do transformar – da

¹ A racionalidade técnica consiste numa epistemologia da prática que deriva da filosofia positivista (SCHÖN, 2000). Esta racionalidade defende a ideia de que os profissionais solucionem problemas mediante a seleção dos meios técnicos e instrumentais.

atividade prática –, numa indissociabilidade entre ambas: teoria e prática, as quais se transformam em práxis” (SILVA, 2011, p. 22).

Vale esclarecer que o termo práxis surgiu na teoria crítica em contraposição à concepção de teoria-prática, propagada pelas teorias behavioristas, a qual carrega em si pressupostos de dicotomia e alienação. Na obra de Freire, o termo práxis remete não só à capacidade humana de refletir e transformar a realidade, mas também à forma como deve ser a formação e atuação docente (FREIRE, 1981; 1987).

O pensamento crítico em Paulo Freire se organiza no entrecruzamento de dois eixos: o da radicalidade e o da totalidade. Radicalidade, não no sentido de radicalismo, mas no sentido de empenho em buscar as raízes ou origens das coisas e da História. É o empenho de compreensão dos fenômenos por sua gênese ou historicidade. Totalidade, no sentido de empenho por compreender cada fenômeno, cada acontecimento, cada processo, cada problema, dentro do conjunto de que faz parte, supondo-se que todo acontecimento é parte de um todo, e que para compreender a parte é preciso compreender a totalidade da qual ela é parte (CASALI, 2008, p. 9).

Atualmente, tem-se visto correntes de pensamento que reivindicam uma possível neutralidade ideológica na atuação dos/as professores/as em sala de aula. Assim, ideias ou representações tenderão a esconder dos homens e mulheres o modo real como suas relações sociais foram produzidas e a origem das formas sociais de exploração econômica e de dominação política. Assim, dificilmente um indivíduo que vive em sociedade estará livre de ideologias, uma vez que estas são constituídas nas relações que se estabelecem entre os seres humanos dentro de um determinado contexto social, histórico e cultural. Assim, tanto professores/ as quanto alunos/as precisam compreender e estar atentos/as ao contexto em que se encontram inseridos/as, atentos/as para as relações de poder entre os indivíduos na sociedade, para as contradições e antagonismos sociais, para a historicidade das condições sociais, tendo em vista a necessidade de não-naturalização das coisas.

Nessa perspectiva, faz-se necessário que o/a professor (a) se reconheça enquanto intelectual formador (a), capaz de olhar criticamente a realidade, exercendo o seu papel de agente transformador, como agente construtor de currículos, sendo então o professor que é implicado com os problemas da sua realidade, que questiona as suas condições de vida, que sonha com mudanças e vê portanto a escola como o local onde deve-se iniciar um trabalho de denúncias e anúncios de uma nova forma de pensar a realidade. Freire nos mostra que a educação é uma atividade humana e eminentemente política; para ele, a educação não está sendo politizada, mas ela é política em sua essência (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006). Assim, o educador precisa saber a serviço de qual tendência ele ensina; se é para a libertação ou para a manutenção de uma sociedade opressora. Assim, defendemos que o

trabalho docente é uma atividade que envolve características ideológicas e posturas políticas que devem estar alinhadas à construção de uma escola comprometida com a realidade existencial e as contradições experimentadas neste contexto. Freire explicita essa percepção, ao afirmar que:

O respeito aos educandos não pode fundar-se no escamoteamento da verdade – a da politicidade da educação e na afirmação de uma mentira: a sua neutralidade. Uma das bonitezas da prática educativa está exatamente no reconhecimento e na assunção de sua politicidade que nos leva a viver o respeito real aos educandos ao não tratar, de forma sub-reptícia ou de forma grosseira, de impor-lhes nossos pontos de vista (FREIRE, 2001 p. 21).

Nesse sentido, devemos por em prática propostas de ensino que, valorizem os conteúdos escolares, a partir das experiências sociais vividas na realidade dos/as alunos/as, estreitando laços entre a escola e a comunidade, na busca da superação de uma lógica de ensino que é, sobretudo, desconectada com a sua realidade, tornando esses conteúdos, muitas vezes, sem sentido. Assim, se os conteúdos são muitas vezes impostos, o que podemos esperar é que a escola promova a formação de indivíduos que pouco dialogam com a sua realidade, e que, portanto, nada contribuem para a mudança de valores condizentes com uma sociedade democrática e com a escola democrática capaz então, por meio do diálogo, de criar condições de libertação e não de reproduzir as condições de opressão (PARO, 2010). Estaríamos, então, construindo uma educação incapaz de desenvolver atos criadores, mas reprodutores dos modelos e ideologias dominantes, fortalecendo, assim, a propagação de um ensino inexperiente quanto ao diálogo e à criticidade.

Nesse panorama, é preciso refletirmos sobre a necessidade da formação de professores/as críticos/as e reflexivos/as, capazes de agir com autonomia frente a currículos disciplinares, em sua sociedade complexa, entendendo que o ensino deve partir das situações sociológicas, desenvolvendo nos homens e mulheres o ímpeto ontológico de criar. Relembramos Paulo Freire quando diz que

E não se diga que, se sou professor de biologia, não posso me alongar em considerações outras, que devo apenas ensinar biologia, como se o fenômeno vital pudesse ser compreendido fora da trama histórico-social, cultural e política. Como se a vida, a pura vida, pudesse ser vivida de maneira igual em todas as suas dimensões na favela, no cortiço ou numa zona feliz dos 'Jardins' de São Paulo. Se sou professor de biologia, devo ensinar biologia, mas, ao fazê-lo, não posso seccioná-la daquela trama (FREIRE, 1992, p. 41).

Para Freire, na prática educativa crítica, o professor deve fazer com que o estudante se assuma “como ser social e histórico, como ser pensante, comunicante, transformador, criador, realizador de sonhos” (FREIRE, 1997, p. 46). Para isso, precisamos propor ambientes de aprendizagem em que esta criatividade, seja levada em conta, seja instigada a partir de práticas

de ensino que problematizem o seu contexto e a sua relação com o mesmo, a fim de que os alunos aprendam a discutir e debater a partir de uma educação que não impõe, mas que propõe o diálogo, como deve ser uma escola democrática.

O trabalho a partir de uma questão sociocientífica, na perspectiva CTSA, a partir da pedagogia freireana, pode ser, nesse sentido, um meio de superar estas barreiras existentes na escola, ao ser capaz de promover a aprendizagem de conceitos e atitudes, contribuindo com a formação de indivíduos letrados cientificamente, por meio da valorização do contexto sociocultural em que vivem, buscando a formação crítica e reflexiva, (MERCHAN, 2014).

1.1 Um panorama geral sobre a pesquisa em Educação em Ciências que utiliza as QSCs na perspectiva CTSA

Diante do quadro teórico utilizado neste trabalho, faz-se necessário apresentar uma visão geral sobre os trabalhos que vêm sendo desenvolvidos utilizando QSC no ensino de Ciências, o que tem sido discutido nessas pesquisas, bem como novas perspectivas para o estudo na área, tendo em vista as recomendações de utilização desta abordagem em sala de aula, uma vez que se tem utilizado as QSC para o desenvolvimento da argumentação, compreensão da natureza da ciência, desenvolvimento do pensamento crítico e de ações sociopolíticas (SÁ; QUEIROZ, 2017; CONRADO, 2016; CONRADO, 2018; REIS, 2016; ANDRADE, 2016).

Segundo Souza e Gehlen (2017), o trabalho com QSC na educação em Ciências é algo ainda recente no Brasil, constatação realizada a partir dos anais de um dos principais eventos na área. Observou-se também, nessa pesquisa, um aumento nos trabalhos envolvendo esta temática, a partir de 2001, com trabalhos que envolviam desde estratégias de ensino, levantamento bibliográfico, formação de professores, elaboração de modelos, dentre outras categorias. Segundo estas mesmas autoras, é preciso alcançarmos um consenso sobre os diferentes termos utilizados para definir o trabalho a partir de questão sociocientífica. Segundo estas autoras, estes termos apresentam aspectos em comum relacionados com a abordagem de questões que envolvam dilemas e diferentes pontos de vista envolvendo questões relacionadas a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Para Mendes (2012), destaca-se a necessidade de maiores sistematizações nas propostas de ensino envolvendo QSCs, para não desenvolver discussões apenas como uma associação superficial de tópicos do contexto, sem o aprofundamento necessário para o desenvolvimento de um posicionamento crítico, científico do educando. Ainda nesse sentido, para Martinez-Pérez (2011), a abordagem de questões sociocientíficas alcança resultados mais

significativos se as atividades forem desenvolvidas a partir de uma mudança curricular, ou seja, faz-se necessária uma mudança na estruturação das disciplinas escolares, bem como na própria percepção de como pode ser estruturado um currículo que leve em consideração o contexto local, a capacidade criativa dos alunos e da escola. Consideramos, portanto, que, alcançar resultados significativos a partir de QSC envolve mudanças de posturas e opiniões frente ao currículo escolar, não tão simples, mas possíveis, uma vez que precisamos ressignificar a prática pedagógica em Ciências, para dialogarmos com as necessidades socioambientais atuais.

Para Souza e Gehlen (2017), há indicativos sobre a necessidade de maiores discussões que permitam elucidar se as Questões Sociocientíficas constituem recurso didático-pedagógico, objeto de aprendizagem em sala de aula ou elemento estruturante do currículo. Destaca-se, ainda, a necessidade de sintonizar a abordagem de questões sociocientíficas com o contexto sociocultural brasileiro, tendo em vista o enfrentamento do problema relativo ao pouco impacto das pesquisas sobre as práticas escolares. Nessa perspectiva, Galvão, Reis e Freire (2011) revelam que muitos/as professores/as evitam a discussão de questões sociocientíficas por falta de capacidades para gerir discussões em sala de aula, por não disporem dos conhecimentos necessários à discussão de questões sociocientíficas, por constrangimentos impostos pelo excesso de conteúdos dos currículos de ciências ou por sistemas de avaliação nacionais que não valorizam a abordagem de aspectos sociopolíticos e socioambientais no currículo. Para Carnio e Carvalho (2013), em trabalho realizado utilizando QSC/CTSA na formação de professores, foi possível observar, no decorrer dos diálogos, o alcance da autonomia e do posicionamento crítico dos/as futuros/as professores/as, a partir da discussão sobre a natureza da ciência e também sobre as relações CTSA que envolvem tais questões controversas.

Atualmente, faz-se necessário contemplar discussões que envolvem as transformações da ciência e da tecnologia e seus desdobramentos na sociedade e no ambiente, pois vemos no cotidiano os efeitos da aplicação de determinadas ciência e tecnologia de forma perversa no ambiente, causando quadros de injustiça ambiental e desigualdade social, como temos observado, por exemplo, nos rompimentos de barragens de Mariana e Brumadinho em Minas Gerais, nas classes mais afetadas pela pandemia, dentre outros problemas. Assim, observamos que o ensino de Ciências precisa se aproximar cada vez mais dos problemas do contexto, o que vem sendo uma tendência (DACORÉGIO; ALVES; LORENZETTI, 2017). Na tentativa de se abordar os problemas ambientais, cada vez mais em destaque nas últimas décadas, acrescentou-se a letra A de ambiente à tríade CTS. Pérez (2012) adota a denominação CTSA para se referir à abordagem contemporânea de CTS, sendo que a considera mais ampla por tratar também de problemas socioambientais diversos. Entretanto, para Santos (2007), a

vertente ambiental está contida na tríade CTS, apesar de que algumas discussões desse movimento podem não abordar ou priorizar as questões ambientais, então a educação CTSA resgata o papel da educação ambiental nesta abordagem, reconhecendo a necessidade de propor as discussões relativas ao meio ambiente na escola.

Segundo Pedretti e Nazir (2011), existem algumas tendências na perspectiva CTSA. A perspectiva de *aplicação e planejamento* se refere à solução de problemas por estudantes, envolvendo a criação ou modificação de tecnologias. O objetivo desta abordagem é a aquisição de conhecimentos disciplinares e habilidades técnicas. Esta perspectiva é criticada por construir uma visão de desenvolvimento tecnológico como algo inevitável à vida moderna, pontuando ainda quais poderiam ser as tecnologias corretas para determinados problemas da sociedade. Existe também a crítica de que esta perspectiva pode gerar a ideia de ciência e seus produtos e objetivos como sendo livre de valores (HODSON, 1998).

A segunda perspectiva é a denominada *histórica*, a qual preocupa-se em compreender a origem histórica e sociocultural de ideias científicas e o trabalho dos cientistas. O problema dessa perspectiva está relacionado com o foco do trabalho em sala de aula, apenas em histórias de sucesso ou estereótipos do herói da ciência (ZEIDLER *et al.*, 2002). A terceira perspectiva é denominada de *raciocínio lógico*, a qual é baseada no princípio de que qualquer problema sociocientífico, independente da sua complexidade, pode ser analisado/tratado por meio da análise lógica da ciência. Diante desta perspectiva, há um esquecimento de que sentimentos, valores, normas culturais e políticas são tão importantes quanto as considerações de ordem lógica no tratamento de questões sociocientíficas, e devem ser consideradas ao analisar os problemas socioambientais (ALSOP, 2014).

Por sua vez, a perspectiva *centrada em valores* envolve trabalhos que afirmam a importância dos valores como parte fundamental das considerações que as pessoas fazem a respeito dos problemas sociocientíficos. No entanto, esta perspectiva é criticada pela ausência de um consenso sobre valores universais (BEAUCHAMP; CHILDRESS, 2008).

A perspectiva *sociocultural* dialoga sobre a emergência de uma abordagem sociológica à educação científica, na qual ciência e tecnologia estão imersas em relações sociais, econômicas e políticas. A ciência é vista como mais uma forma de conhecimento, entre outras que devem ser consideradas diante da resolução e análise de questões sociocientíficas. A última perspectiva é *Justiça Eco-Social*, a qual parte do princípio de que a educação científica pode formar ativistas capazes reivindicar os seus direitos, visando uma sociedade justa e uma biosfera equilibrada. Segundo Pedretti e Nazir (2011, p. 118, *tradução nossa*), “um grande

desafio para os professores que optam por trabalhar dentro dessa corrente parece estar em projetar atividades que navegam a linha tênue entre doutrinação e capacitação”.

Nesta pesquisa, nos alinhamos com as perspectivas voltadas para o desenvolvimento de pensamento crítico, valores e desenvolvimento moral, sociocultural e justiça socioambiental, na medida em que valorizamos uma abordagem de ensino voltada para o desenvolvimento de conceitos e valores voltados para a construção de uma sociedade sustentável e justa socioambientalmente.

O uso de QSCs na educação é uma das maneiras que conhecemos de abordar as relações CTSA. Nesse panorama, diversos trabalhos têm sido realizados a partir dessa perspectiva, alcançando resultados consistentes, como formação de pensamento crítico (PAIVA, 2019; REIS, 2017; ANDRADE, 2018; TORRES-MERCHÁN, 2014), questões éticas (PAIVA, 2019; ZEIDLER *et al.*, 2002), autonomia dos professores (GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2013), argumentação (CONRADO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2016; SÁ; QUEIROZ, 2010). Sarmiento *et al.*, (2019) utiliza princípios de design a partir da abordagem de QSC na perspectiva CTSA, considerando na construção deste quadro teórico, os seguintes princípios de design (PrD), a saber: o ensino da ética, a abordagem da história e filosofia da ciência e CTSA, uso de vídeos e materiais de divulgação científica e o processo de coletivo e cooperativo de aprendizagem. Estes princípios se justificam pelas características que os temas controversos se apresentam, demandando a mobilização de conteúdos e atitudes que visem o bem-estar social. Dionor *et al.*, (2020) ao avaliar propostas de ensino baseadas em QSC constataram que as propostas didáticas vêm sendo elaboradas de modo a estabelecer as relações entre os domínios CTSA, em uma abordagem contextualizada com a realidade do aluno e chamam atenção para a necessidade maior destaque para o engajamento e tomada de decisão nestas práticas de ensino.

Algumas pesquisas têm trabalhado as relações entre QSC, CTSA e Paulo Freire. Tanto as convergências nos objetivos de ensino destas três abordagens, quanto as divergências epistemológicas, didáticas e pedagógicas têm sido motivo para o uso desta tríade no campo educacional. Vale recordar que, para Pedretti (2003), são pressupostos em comum da educação CTSA e as QSCs a educação para a ação sociopolítica, a tomada de decisão, a interdisciplinaridade, o compromisso ético e moral. Para Pedretti e Nazir (2011), a abordagem da QSC difere da CTSA por sua ênfase no crescimento psicológico do/a estudante, mas tem em comum os objetivos de promover letramento científico, tomada de decisão, e capacidade de analisar diferentes informações. Essas duas abordagens, juntas, podem então promover desde habilidades de desenvolvimento ético, moral e intelectual até a análise mais integral sobre a

natureza da ciência e suas implicações na sociedade e no ambiente. Centa e Muenchen (2016), por meio da implementação de uma proposta de ensino balizada na relação Freire-CTS, evidenciaram que, ao partir da realidade dos/as educandos/as, o problema despertou neles/as a mobilização para uma transformação da realidade.

Zeidler e Nichols (2009) apontam como uma falha da educação CTS a falta de elementos morais, éticos e emocionais que reconheçam os saberes e as crenças de cada aluno/a. Nesse sentido, acreditamos que aliar ao trabalho com QSC/CTSA à perspectiva freireana pode ser um caminho para a superação dessa falha, uma vez que o reconhecimento dos saberes dos educandos é elemento fundante para uma prática pedagógica democrática. Segundo Muenchen *et al.* (2005), o ensino de Ciências baseado na articulação Freire e CTSA pode ajudar a resolver alguns problemas da educação brasileira, como o ensino propedêutico, sem conexão com o cotidiano dos alunos/as; o desinteresse e a desmotivação dos/as alunos/as em aprender. Auler e Delizoicov (2004) constataram que as decisões em torno de temas sociais são realizadas de maneira democrática envolvendo CTS, mantendo elementos da matriz adotada por Freire, os quais aproximam os/as estudantes do problema a ser enfrentado em sua realidade. Pressupostos freireanos tornam-se cada vez mais importantes para um entendimento crítico sobre interações entre CTS e uma leitura crítica da realidade do mundo, bem como para a superação das situações de opressão e desigualdade, o que é um ideal político da perspectiva freireana que difere das abordagens de QSC/CTSA, conforme orienta Santos (2009).

Particularmente, na educação científica nos anos iniciais, Menezes (2016), em pesquisa utilizando a perspectiva freireana, afirma que é possível educar cientificamente na educação infantil, pois, “diferentemente do que muitos acreditam, as crianças conhecem e compreendem diversos conceitos científicos e utilizam categorias para apoiar inferências indutivas, dependendo de como a pergunta é feita a elas” (MENEZES, p. 67). A perspectiva freireana, incluindo o Método Paulo Freire utilizado amplamente na Educação de Jovens e Adultos, pode ser adaptada e vivenciada na Educação Infantil, entendendo que as crianças não são apenas receptores de informações, mas sujeitos capazes de interagir, dialogar e criar modificações em seu espaço cultural. Epoglou (2013, p. 34) aponta como principais resultados da sua pesquisa, utilizando a perspectiva freireana na formação de professoras de Ciências para as séries iniciais, “1) a percepção das professoras sobre uma perspectiva mais progressista para o ensino; 2) conquista de atitudes mais reflexivas, responsável e autônoma, enquanto professoras; 3) compreensão do papel do ensino de Ciências para a formação social, cognitiva e política.” Apesar dos dois últimos trabalhos supracitados não envolverem as abordagens CTSA/QSC,

mostram como o referencial freireano pode contribuir com a formação reflexiva dos/as professores/as e alunos/as nos anos iniciais.

Ainda, nesse contexto, faz-se necessário pensarmos em como concretizar práticas de ensino que se importem com a formação integral e reflexiva dos/as alunos/as; para isso, precisamos construir um trabalho de base nos cursos de formação de professores/as para que estes se sintam capazes de abordar as múltiplas relações CTSA em sala de aula. Acreditamos que uma das principais lacunas a serem superadas, nesse sentido, é a execução do currículo escolar, a qual, muitas vezes, encontra-se focada apenas no livro didático, sem uma preocupação com os problemas atuais e locais, bem como a formação de professores muitas vezes deficitária. Considerando os desafios para a execução do currículo utilizando variados métodos, estratégias e ferramentas, um problema apontado por Pedretti (2003), quanto ao uso de QSC na educação, é a avaliação, uma vez que esta envolve também princípios éticos e políticos de quem estiver avaliando o aluno, ou seja, é preciso que o professor possua critérios bem estabelecidos diante dos objetivos da sua disciplina, para que possa trabalhar, visando o alcance de objetivos de aprendizagem propostos para cada tema sociocientífico. Segundo Pedretti (2003), o rompimento de crenças dos/as professores/as com relação a mitos da ciência e da tecnologia é aspecto importante para que eles mesmos superem as visões tecnicistas, científicistas. Nesse sentido, a abordagem de questões sociocientíficas na perspectiva CTSA na formação de professores/as de Ciências pode contribuir em três aspectos importantes: “problematização da ideologia tecnicista no currículo tradicional, compreensão pelos professores da autonomia docente e problematização dos mitos relacionados a ciência e tecnologia” (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012, p. 307).

Para isso, podemos observar contribuições e enlaces com base em Freire: um conceito importante na teorização freireana é o de situação-limite. Uma situação-limite é percebida pelos indivíduos como determinística, sobre a qual os indivíduos não possuem uma visão crítica (FREIRE, 2005). A busca por situações-limite caracteriza o tema gerador, o qual deve ser norteador do processo educativo. Para Freire, a constatação de temas geradores parte da própria experiência existencial, mas também de uma reflexão crítica sobre as relações homens/mulheres-mundo e homens/mulheres-homens/mulheres. Assim, investigar o “tema gerador” é investigar a maneira de pensar dos homens sobre a realidade, a sua forma de atuação nela, e isso fará todo o sentido no processo formativo.

Por acreditarmos que é de suma importância o contato do/a estudante com a comunidade, no exercício crítico de se aproximar dela e, com isso, compreender como ela funciona, por meio da relação entre homem/mulheres-*mundo*-homem/mulheres nesta tese, as

questões sociocientíficas foram encontradas nas comunidades onde os/as estudantes moravam ou tinham acesso constantemente, por meio de um processo investigativo. Assim como os temas geradores, as questões sociocientíficas também sofrem o processo de redução temática, na qual são selecionados os conhecimentos científicos identificados, pelo professor e pelos/as alunos/as, como necessários para compreensão do tema, “assim como podem ser incluídos outros temas – denominados ‘temas dobradiças’ – para compreensão das relações percebidas entre o conteúdo geral e a visão de mundo do povo” (SOUZA, 2015, p. 50).

É interessante notar que existem, na literatura, diferentes apropriações da pedagogia freireana no ensino; nem sempre os ideais de Freire são utilizados de maneira integral, devido a limitações pedagógicas e didáticas encontradas pelos pesquisadores no âmbito da escola. Moraes, Naman e Darsie (2015) utilizaram a investigação temática a partir dos três momentos pedagógicos (FREIRE, 2005; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007) para a identificação de questões sociocientíficas na formação de professores, com o intuito de construir uma prática formadora dialógica. Tanto o Tema Gerador (TG) quanto as Questões Sociocientíficas objetivam articular elementos da realidade dos/as estudantes, tendo em vista a formação de um (a) cidadã (o) crítica, embora sejam distintos em sua origem, emergindo da realidade do/a educando/a ou de noções científicas. Ainda nesse sentido, tanto o TG quanto as QSCs buscam articular elementos da realidade do/a educando/a ao ensino de conhecimentos científicos, assim como consideram os/as educandos/as enquanto protagonistas da sua aprendizagem, sendo o/a professor (a) o/a responsável por propiciar o distanciamento crítico dos/as educandos/as em relação ao objeto cognoscível para compreendê-lo (SOUZA, 2015).

Várias pesquisas no ensino de Ciências têm utilizado a *Investigação Temática*, no contexto brasileiro, a exemplo de Delizoicov (1982), Bonfim *et al.*, (2019), Silva (2004), Solino (2013), Tavares, Benedito e Muenchen (2013), dentre outros. Alguns trabalhos têm adaptado etapas desse processo, inclusive pensando na formação de professores/as, conforme proposta de Silva (2004). Segundo Bonfim *et al.*, (2019), apesar de modificações e aprofundamentos teórico-metodológicos com relação à proposta de Investigação Temática freireana, os trabalhos mantêm a essência das etapas propostas por Freire (1987). Solino (2013) trabalhou o tema “Rio Cachoeira: que água é essa?” em aulas de Ciências, para estudantes dos anos iniciais, discutindo a problemática da poluição hídrica sob um viés dialógico e voltado para a formação cidadã. Nesse sentido, Tavares, Benedito e Muenchen (2013) organizaram atividades relacionadas ao tema “Armas: segurança ou insegurança?” direcionado para o Ensino Médio de uma escola pública de Itajubá/MG. Esses trabalhos, apesar de estarem baseados na Abordagem Temática Freireana, têm incorporado algumas adaptações das etapas do processo de Investigação

Temática ao utilizarem situações problemáticas da vivência dos sujeitos como ponto de partida dos processos de ensino e aprendizagem.

A primeira etapa da Investigação Temática é o Levantamento Preliminar (Freire, 1987), o qual consiste na obtenção de informações sobre a realidade local em que vivem os/as estudantes. Segundo Bonfim *et al.*, (2019), as propostas de atividades no Levantamento Preliminar têm semelhanças ao que é apresentado em alguns trabalhos sobre professores/as e questões sociocientíficas, como por exemplo nos trabalhos de Martínez-Pérez *et al.* (2015), Martínez-Pérez (2012), Andrade (2015), com o intuito de se aproximar da comunidade para compreender/delimitar de maneira mais eficiente e fidedigna as relações envolvidas em uma QSC. Nesse sentido, observa-se que o Levantamento Preliminar pode contribuir para a obtenção da QSC, “pois remete a uma problemática local que pode ter reflexos globais, tendo como ponto de partida questões sociais, culturais e políticas dos sujeitos envolvidos no processo” (BONFIM *et al.*, 2019, p. 183).

1.2 Os encontros com Paulo Freire: marcas, legados e inquietações

A escrita desta seção reforça o posicionamento de que o/a pesquisador (a) não está fora da situação pesquisada, e que os momentos vivenciados são refletidos a todo momento em sua prática profissional e pessoal. Aqui, busco² trazer eventos de minha vida, que constituíram quem eu sou, por meio de memórias (auto) biográficas, observando a minha inserção nos contextos e lugares dos quais fiz parte, buscando compreender o processo de formação dos saberes que hoje utilizo em todas as instâncias da minha vida.

Neste texto, também destaco o meu posicionamento político-epistemológico com relação às questões ligadas à educação e o seu papel na sociedade atual, marcada por contradições políticas, ideológicas e socioambientais. Assumo, então, uma postura crítica e cidadã com relação à sociedade, articulando dimensões outras do saber, o que é fundamental para a compreensão holística do mundo. A escrita que apresento a seguir compreende alguns marcos referenciais que constituem minha história de vida, minhas vivências, e a reflexão sobre como estas, influenciaram minha constituição identitária enquanto professora-pesquisadora, pois, conforme afirma Edgar Morin (2003), “minha vida intelectual é inseparável de minha vida [...] Não sou daqueles que têm uma carreira, mas dos que têm uma vida” (p. 68). Assim, “a pesquisa

² Nesta seção, utilizo a primeira pessoa do singular na busca pela contextualização dos interesses, ideais, motivações e objetivos da pesquisa atrelados à minha experiência de vida.

com histórias de vida³ inscreve-se neste espaço no qual o ator/atriz parte da experiência de si e questiona os sentidos de suas vivências e aprendizagens” (SOUZA, 2006, p. 21).

Histórias de vida refletem implicações na formação do educador, uma vez que lembrar é lidar com tempos, espaços, vivências e experiências (SOUZA, 2006). Desse modo, a partir do momento em que rememoro, realizo um exercício de observação das implicações dos espaços que vivi e o reflexo destas na minha formação docente e humana. Assim, para Nóvoa e Finger (1988, p. 116),

As histórias de vida e o método (auto) biográfico integram-se no movimento atual que procura repensar as questões da formação, acentuando a ideia que ‘ninguém forma ninguém’ e que ‘a formação é inevitavelmente um trabalho de reflexão sobre os percursos de vida’.

Segundo Souza (2007), a lembrança remete o sujeito a observar-se numa dimensão genealógica, como um processo de recuperação do eu, e a memória narrativa, como virada significativa, marca um olhar sobre si em diferentes tempos e espaços, os quais se articulam com as lembranças e as possibilidades de narrar experiências.

1.3 A infância na escola rural: será que posso *ser mais*⁴?

Nesta seção, gostaria de situar o leitor sobre a minha origem rural e sobre os diferentes percalços que enfrentei para alcançar os meus objetivos de vida. Iniciei meus estudos na escolinha da zona rural que ficava a cerca de 5 km da minha casa, chamada Emanuel da Nóbrega. Devido a distância, só pude começar a frequentar a escola com seis anos de idade, quando apresentava condições físicas para ir e voltar caminhando. Por sorte, vez ou outra, nós conseguíamos uma carona até a escola, o que era motivo de muita alegria. Eu realizava este percurso todos os dias com mais três vizinhos. Sempre a ida era mais fácil, estava mais disposta, sem fome e o sol não castigava tanto. Lembro-me que muitas vezes voltava muito tarde para casa, pois, perdia tempo olhando as borboletas do caminho, pegando “peixes” no Timbó, riacho

³ Nesta seção, me inspiro em referenciais sobre história de vida/autobiografia, como método de pesquisa, mas não tenho a pretensão de construir uma pesquisa autobiográfica. A intenção é contextualizar a pesquisa em minha experiência social, escolar e acadêmica.

⁴ A vocação ontológica em *ser mais* é ideia fundante da pedagogia humanística de Paulo Freire, na medida em que, ao partir da sua vocação ontológica, o homem se percebe na realidade histórica e mutável, passando a questionar o autoritarismo, observando as barreiras que lhe são postas não como algo fatal ou intransponível, mas como uma situação desafiadora, que apenas o limita (FREIRE, 1970).

que ficava à beira da estrada. O sol escaldante e a fome já insistente, reforçava o pedido por uma pequena pausa pela estrada repleta de ladeiras que me deixava ainda mais cansada.

Perdi o meu pai com sete anos de idade, então foi a minha mãe quem teve que suportar, além da dor, o peso e responsabilidade de manter uma família tão grande, pois eu tenho 15 irmãos. São 11 homens e 6 mulheres. Infelizmente somente eu consegui ingressar em uma Universidade pública. Lembro que, o ensino que predominava na época, era caracterizado por pouca ou nenhuma associação explícita com os problemas do campo, as carteiras eram enfileiradas e os castigos eram frequentes, o que caracteriza um ensino transmissivo, pautado em pressupostos da educação bancária tradicional, tão bem problematizadas por Paulo Freire.

Após concluir o ensino médio, iniciei a minha caminhada em busca de uma nova perspectiva de vida, por meio dos estudos. Assim, me matriculei em um cursinho pré-vestibular que ficava na cidade vizinha, como não tinha transporte, precisava pegar carona todos os dias para ir até a cidade e de lá pegar o ônibus para a cidade em que estava localizada o cursinho. Tinha que dormir na casa da minha irmã na cidade, pois chegava à meia noite e não tinha como chegar na minha casa, na zona rural. Dessa forma, tinha que pegar carona na estrada todos os dias, o que era exaustivo, desesperançoso. Quando saí da roça, diante do sol que castigava, levava comigo meus livros, algum medo e a vontade. Eu queria ter a minha dignidade, mas não queria perder a minha essência. Eu vi de tudo na estrada, eu senti o que era ser invisível, o que era ser pequena, mas nada me fazia desistir, nas caronas da vida, eu pude aprender a ser e a resistir.

Figura 1. Eu e minha mãe, Venina Rodrigues da Silva.



Fonte: Arquivos da pesquisadora.

Em meio a tantas dificuldades, provações, humilhações, existia a negação pelo meu direito à dignidade. Não desejo que a minha história seja vista ou contada a partir do preceito de que “quem se esforça, consegue”, mas como ter a minha origem demandou esforço extremo, desumano e que poucas pessoas conseguiriam seguir em frente, diante de tudo, e isto não é motivo de glória.

Depois de um ano, consegui passar no vestibular para licenciatura em Biologia, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), como a Universidade estava localizada acerca de 30 km da minha casa, era possível cursar. Não consigo expressar em palavras a alegria que foi receber o resultado da aprovação. Ali eu percebi que de fato, eu poderia *ser mais*.

1.4 Grupo de estudos *Paulo Freire e os Saberes Socioambientais* na construção de uma visão humanista de mundo: Transcendendo situações-limite

A primeira experiência formativa que tive foi como monitora na disciplina de Anatomia Humana, na qual pude aprender muitos conceitos relacionados ao corpo humano e ao mesmo tempo experimentar a prática da docência. O professor da disciplina, tinha um pensamento inquieto quanto ao ensino, ele pensava muito em como superar a frieza do ensino da disciplina de maneira a promover aprendizagens significativas, segundo qual não deve existir a predominância de conteúdos conceituais, mas a aprendizagem deveria estar atrelada a problemas e situações do cotidiano do aluno. A partir desta experiência, comecei a também me preocupar com estes temas e com um ensino mais comprometido com a realidade existencial.

Ingressei no PET–Programa de Educação Tutorial Conexões de Saberes Socioambientais, o PET “roça”. Esse programa tem como objetivo principal contribuir para a formação de excelência de estudantes da UFRB oriundos das comunidades rurais, articulando áreas de conhecimento, saberes populares e científicos, formação humana e profissional, comprometidos com os valores socioambientais necessários ao enfrentamento dos problemas da atualidade. Através do PET, tive contato com as leituras de Paulo Freire, a partir do contato com estas leituras, comecei a tomar consciência sobre a minha posição no mundo e sobre o quanto eu poderia transcender expectativas pré-determinadas, superando situações-limites, através de atos-limites⁵. A partir das suas reflexões pude superar o conceito naturalista de meio

⁵ Situações-limites são compreendidas como barreiras para a construção do pensamento crítico, caracterizam-se por situações vivenciadas pelos indivíduos, as quais são compreendidas por eles de maneira ingênua (FREIRE, 1995). A expressão “atos-limites” é emprestada de Vieira Pinto e é compreendida como a possibilidade de criar inéditos viáveis, ou possibilidades, para superá-los.

ambiente, bem como descobrir o papel da educação na sociedade e o meu papel enquanto cidadã, assim pude construir uma visão de mundo mais humanística, preocupada com o outro, com as condições de opressão e desigualdade e a partir disso, eu me perguntava: o que a educação científica tem a ver com isso?

O fragmento abaixo, retirado do relatório final sobre o grupo de estudos *Paulo Freire e os Saberes Socioambientais*, o qual fui coordenadora, mostra como a experiência no grupo somou para a construção de um espírito crítico.

Posso levar experiências, conhecimento, muito conhecimento, lição de vida, exemplos de vida, estas coisas vão ficar sempre ali, latentes na memória, e reaparecem quando procuro, assim, posso me espelhar, e antes de praticar, ver o que pode dar certo na vida, relacionamentos, formas de interpretar e ver o mundo e as pessoas. E dessa forma a roda contribui para a minha vida pessoal, me dando oportunidade de ser uma pessoa melhor, mais informada, atendida, livre e humana (Bolsista Maria Aparecida da Silva Andrade).

Durante os meus três anos enquanto bolsista PET, realizei uma série de atividades. Como coordenadora pedagógica, estive à frente dos seguintes projetos: Rodas de Conversa: Paulo Freire e os Saberes Socioambientais, Projeto “Juventude rural conectada”, Projeto “Cinema, escola e saberes socioambientais”, Projeto “Etnoecologia na comunidade rural de Laranjeiras”. Nas imagens abaixo, poderão observar registros em algumas experiências formativas.

Figura 2. Imagens de reuniões, palestras, encontros na comunidade e Estágio Interdisciplinar de Vivência em Área de Reforma Agrária (EIVI)



Fonte: Arquivos da pesquisadora

A participação neste programa foi um divisor de águas em minha vida, momento em que acordei para descobrir o mundo, entender a realidade existencial, em seus aspectos políticos e ideológicos, e a função social do ensino de Ciências. Assim, decidi fazer meu Trabalho de Conclusão de Curso utilizando o tema sociocientífico ‘agrotóxicos seus efeitos para o corpo humano e para o meio ambiente’, abordando também interesses políticos, ideológicos e econômicos do uso na sociedade e no meio ambiente. Assim, o tema sempre me despertou encantamentos, os quais se juntaram com a indignação de ver o ensino de Ciências muitas vezes sendo ministrado de forma ingênua e fragmentada, quando era necessária uma abordagem muito mais ampla e crítica. Então, passei de uma perspectiva de ensinar conceitos da anatomia humana para ensinar os sentidos dos corpos no ambiente, em seus aspectos biológicos,

econômicos, ideológicos e políticos, pensando em agir de maneira consciente diante dos problemas socioambientais existentes. A ideia de realizar um ensino implicado com a realidade já estava impregnada nos meus ideais, eu precisava por em prática estas intenções formativas.

É importante salientar que cada uma dessas atividades foi capaz de deixar em mim legados que me constituem hoje como professora-pesquisadora e, para além disso, me constituem como pessoa humana. Assim, o contato com outras leituras de mundo me mostrou que existe uma outra forma de compreender, de ser e de agir, me permitindo enxergar através de diferentes lentes teóricas, as quais contribuíram para a construção de um posicionamento político e comprometido com a educação. Nesse sentido, as leituras sobre Paulo Freire me permitiram analisar a realidade de maneira mais abrangente, humana e crítica e o mais importante, me fizeram observar o quanto era capaz de alcançar outros espaços, a partir da compreensão de que os homens e mulheres são condicionados historicamente, e que portanto, são capazes de fazer e refazer o mundo através da existência, da construção e reconstrução da cultura. Para Freire (1995), quando o indivíduo se reconhece inacabado, condicionado, ele sabe que pode ir além. Freire (1967) ressalta que é importante que o indivíduo se reconheça na sua realidade, no seu espaço, como agente transformador, entendendo o seu meio “e a si mesmo como mutáveis e históricos” (FREIRE, 1967, p. 43).

É importante salientar que, nesta época eu pude me dedicar à pesquisa, pois, com a bolsa, eu pude pagar o aluguel e morar em Cruz das Almas e portanto, sobrava mais tempo para as atividades acadêmicas. Nesse período, eu desenvolvia atividades de ensino, pesquisa e extensão e publicava artigos científicos em revistas e congressos na área de ensino de Ciências e Educação Ambiental, o que contribuiu de maneira significativa para a minha formação intelectual e humana.

1.5 O ingresso no programa de Mestrado e Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências

Desde os primeiros semestres da graduação, e a partir do momento que passei a conhecer a pesquisa, surgiu o interesse em ser pesquisadora. Assim, fui me envolvendo e me desenvolvendo nessa prática e logo tracei o acesso ao mestrado como sendo o primeiro objetivo a ser alcançado ao término da graduação. Ao pensar na minha pesquisa de mestrado não poderia deixar de questionar a existência de um problema de total relevância para a sociedade, tendo em vista os seus aspectos políticos, ambientais, sociais e de saúde, como o uso dos agrotóxicos pela sociedade brasileira. Dessa forma, o interesse pelo tema surgiu há sete anos quando realizei

um projeto de pesquisa em uma comunidade rural do Recôncavo da Bahia, em que o contato dos agricultores com os agrotóxicos era muito intenso, involuntário, devido à instalação de uma fábrica de produção de fumo para exportação, e voluntário, devido ao seu uso em larga escala na agricultura familiar.

Um tempo depois, tive a oportunidade de aplicar uma sequência didática sobre o uso dos agrotóxicos e suas consequências para o corpo humano, em atividade desenvolvida como pesquisa de conclusão de curso, utilizando o mapeamento conceitual como ferramenta que pode contribuir com o ensino e a aprendizagem no ensino de ciências. Percebi também a necessidade de trazer para a sala de aula de ciências abordagens que permitissem uma formação social e científica, para que os/as alunos/as tivessem acesso a informações necessárias à sua inserção tanto no mercado de trabalho, quanto na vida em sociedade. Assim, o tema sempre me despertou encantamentos, os quais se juntaram com a indignação de ver o ensino de Ciências muitas vezes sendo ministrado de forma ingênua e fragmentada, quando era necessária uma abordagem muito mais ampla e crítica.

Resolvi, no mestrado, continuar com esta linha de pesquisa, agora ampliando os objetivos, pensando em um ensino temático, implicado com a realidade e comprometido com a formação científica dos estudantes. A pesquisa de mestrado envolvia a análise do processo de construção e a aplicação colaborativa de uma sequência didática a partir de questão sociocientífica sobre agrotóxicos na perspectiva CTSA. A construção e a aplicação da sequência didática, do ponto de vista colaborativo, permitiram a mobilização de dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, tanto pela professora colaboradora, quanto por professores que participaram da validação da pesquisa; o processo de colaboração favoreceu o entendimento do que vem a ser uma QSC, mostrando que a apropriação da proposta esteve relacionada à aproximação dos conteúdos com o cotidiano dos alunos, à busca no contexto de assuntos que tivessem relação com os conteúdos em sala de aula e à interdisciplinaridade na abordagem dos temas. A aplicação da sequência didática gerou a mobilização de dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos pelos estudantes, conforme a organização dos objetivos de aprendizagem no planejamento didático. A abordagem da QSC no contexto da educação CTSA contribuiu, por meio da mobilização destes conteúdos, na formação política, científica e cidadã dos envolvidos na pesquisa, culminando na realização de ações sociopolíticas.

No doutorado, entendendo que existiam barreiras ao trabalho com questões sociocientíficas pelos/as professores/as, vi a necessidade de abordar os conteúdos previstos nos currículos articulando à realidade existencial dos/as alunos/as. Estas barreiras dizem respeito tanto a ausência de preparo do professor para abordar temas sociocientíficos, tanto a ausência

de incentivos da escola e das políticas educacionais para o trabalho nesta perspectiva. Estas constatações foram realizadas a partir do trabalho de mestrado e de leituras sobre o assunto realizadas naquele período. Assim, resolvi dar continuidade no doutorado com o mesmo aporte teórico do mestrado, agora voltado para a formação de professores/as, buscando a formação crítica, humanística e reflexiva. Na perspectiva freireana, o ensino não deve basear-se apenas em conteúdos conceituais, mas contemplar uma formação com embasamento crítico, reflexivo e político. Esta formação pode contribuir para a construção de sociedades mais justas, igualitárias e participativas.

Tendo em vista o contexto sociopolítico atual, em que vejo distorções acerca do papel da escola, do ensino e dos professores/as, ondas de pensamentos neoliberais tentam negar o atuação dos/as professores/as na realização de um ensino que não busque somente a apreensão de conteúdos conceituais pelos/as estudantes, mas que os/as prepare para a vida em sociedade, como indivíduos atuantes e socialmente responsáveis, considerando a possibilidade de transformação da sociedade em direção à maior justiça e sustentabilidade socioambiental. O “Movimento Escola sem Partido” defende a restrição da liberdade de expressão dos/as professores/as, ao exigir uma neutralidade ideológica, como se eles/as fossem indivíduos sem opiniões sobre o mundo, sobre a política, sobre a sociedade, reduzindo o papel da educação e da escola à transmissão de conceitos e, conseqüentemente, conduzindo-as a uma “robotização” e mercantilização da educação (HODSON, 2018). Com isso, faz-se necessário uma reflexão sobre o papel do/as professores/as como agentes transformadores, como capazes de formar e formar-se politicamente, tendo em vista o papel transformador que a educação pode exercer na sociedade. Essa transformação, no entanto, não pode acontecer se, na prática de ensino, a transmissão de conteúdos conceituais sobressai em relação às demais dimensões dos conteúdos, sendo que tais conteúdos não são capazes de, sozinhos, conduzir à transformação social. Nesta perspectiva, muitos são os questionamentos sobre qual a formação adequada para os/as professores/as, o que devemos ensinar para os/as alunos/as, como devemos prepará-los/as e para que finalidade. Assim, acredito que o papel da educação e do ensino de Ciências não deve se limitar à transmissão de conteúdos conceituais. Portanto, acredito que o papel do ensino vai muito além disso, sendo necessária a preparação dos/as licenciandos/as para atuarem criticamente na sociedade e para tomada de decisão frente a problemas locais e globais com base em valores éticos e morais.

Após alguns meses de ingresso no doutorado, fui aprovada no concurso público para professora efetiva da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, atuando no Centro de Formação de Professores no curso de Pedagogia. Atualmente, ministro uma disciplina chamada

Aspectos Biológicos da Educação, que envolve a promoção de conexões entre as dimensões biológica e sociocultural, através de uma abordagem que confronta o disciplinar e o interdisciplinar, visando à formação crítica e humana dos/as alunos/as, superando o paradigma cartesiano e positivista do qual me libertei ao conhecer Paulo Freire. Venho me constituindo como educadora na relação com os/as alunos/as, por meio das experiências vivenciadas, vendo se ampliam meus horizontes para a pesquisa implicada no contexto social, tendo em vista uma educação humanizadora e libertadora. Ministro também a disciplina *Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais*, na qual articulo os referenciais teóricos da abordagem CTSA a partir de Questões Sociocientíficas da realidade dos alunos, com base em pressupostos da pedagogia freireana.

Esta é a contribuição de Freire na minha constituição identitária enquanto mulher, educadora, pesquisadora e gente. Gente que vê nos/as educandos/as sempre a possibilidade de humanizar-se, que enxerga suas dificuldades, que reconhece os esforços e que acredita na transformação de cada ser humano, como seres inconclusos, pensantes e transformadores de si e da sua realidade. Gente que enxerga, nas contradições, as desigualdades, que vê a necessidade da crítica da realidade opressora, que busca, por meio do ensino de Ciências, o desvelamento das condições de opressão e que se arrepia ao ver seus/suas alunos/as alçando voos inéditos em suas vidas por conta dos processos formativos, que transformam seus caminhos.

Partindo desses pressupostos, os quais orientaram a minha história de vida, é que busquei construir uma sequência didática que permitisse a formação científica articulada com os desdobramentos sociais e ambientais gerados pela ciência e tecnologia, a partir do diálogo formativo comprometido com a emancipação de homens e mulheres que, muitas vezes, tiveram o direito de aprender a ler o mundo negados, pela arrogância e ganância da classe opressora. Com isso, espero dar a oportunidade àqueles/as que vieram de contextos políticos de dominação, em que a imagem da ciência e do cientista eram, na maioria das vezes, neutra, isolada e elitista, a oportunidade de se verem como cientistas e questionarem a visão infalível da ciência, podendo melhor contribuir para a melhoria das condições socioambientais.

1.6 Justificativa pela escolha do tema

O meu interesse por um ensino crítico e humanístico se iniciou quando tive contato com os escritos do educador Paulo Freire. Naquele momento, pude perceber a importância do pensamento crítico e dos valores para a formação dos estudantes. Percebi, ainda, que nós, seres humanos, somos compostos por múltiplas dimensões, que abarcam tanto a formação intelectual

quanto moral e ética. O contato com o educador Paulo Freire me fez repensar também o papel da educação na sociedade, o que é educação e para quem deve servir o ensino das diversas áreas de conhecimento. Neste período, comecei, portanto, a pensar que o papel da escola e do ensino, de forma geral, não era apenas ensinar conteúdos, mas também gerar a curiosidade do/a aluno/a diante da sua realidade e ajudá-lo/a a compreender a realidade na qual está inserido/a. Partindo dessa concepção de educação, foi possível perceber o quanto o ensino de Ciências estava sendo realizado de forma acrítica, sem relação com a realidade dos/as estudantes e sem uma finalidade moral explícita e voltada para uma sociedade mais justa e sustentável.

Resolvi realizar a pesquisa do mestrado buscando observar a mobilização das dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais do conteúdo na construção e aplicação colaborativa de uma sequência didática sobre agrotóxicos na perspectiva CTSA, visando alcançar a formação integral dos educandos. Na pesquisa, a influência dos ideais freireanos era notória, porém sem um aprofundamento teórico-prático. Dessa forma, decidi realizar a pesquisa de doutorado voltada para as convergências entre os ideais freireanos e o uso de questões sociocientíficas na educação CTSA, pensando em como a pedagogia freireana poderia contribuir para uma formação dos/as licenciandos/as em Pedagogia pautada em pressupostos humanísticos, críticos e morais.

Freire (1967), ao fazer um apanhado histórico sobre a situação política no Brasil no período da ditadura militar, afirmou que “necessitávamos de uma educação para a decisão, para a responsabilidade social e política” (p. 87). Diante do atual período político, econômico e ideológico, torna-se necessária a transformação do ensino puramente instrumental e técnico em um ensino crítico e participativo. Freire (1967) afirmou que essa educação deve estar preocupada com a formação intelectual dos indivíduos, para que estes possam enfrentar as desigualdades que lhes são impostas, evitando o processo de massificação, a qual, quando incorporada pelos indivíduos, não permite a adoção de uma postura crítica (FREIRE, 1997).

Nesse panorama, faz-se necessária uma reflexão sobre o papel dos/as professores/as como agentes de mudança, como capazes de formar e formar-se politicamente, tendo em vista o papel transformador que a educação pode exercer na sociedade (FREIRE, 1967; 1998). Deste modo, Paro (2010) afirma que não basta ao/a professor(a) conhecer determinado conteúdo e ensiná-lo, é preciso ter consciência política de sua função e do que ela representa na construção de seres democráticos, para uma sociedade democrática.

Assim como o trabalho a partir de QSC a pedagogia freireana também prevê a importância da formação crítica dos estudantes, tendo como ponto de partida seja as relações CTSA seja as contradições da realidade existencial, preconizando a aprendizagem dos

conteúdos conceituais, para uma atitude responsável frente aos problemas da realidade (ANDRADE, 2018).

Neste panorama, discuto, nesta tese possíveis contribuições da pedagogia freireana para o trabalho com QSC na perspectiva CTSA, visando o desenvolvimento de pensamento crítico e reflexivo de professores/as em formação. É importante ressaltar que o trabalho com QSC/CSTA também pode contribuir com uma prática pedagógica reflexiva na perspectiva freireana. Utilizo, nesta tese, os as dimensões CPA, a partir de Zabala e Arnau (2010), que defendem que o desenvolvimento de capacidades motoras, afetivas, interpessoal devem ser considerados conteúdos de aprendizagem. Utilizar a abordagem de QSC subsidiados pelas dimensões CPA pode auxiliar na organização dos conteúdos a serem trabalhados na QSC, e portanto, ajudam na abordagem ampla e integral da QSC. Conrado (2017), Andrade (2016), Santos (2017), Martins *et al.*, (2018) utilizaram as dimensões CPA na abordagem de QSC, com o intuito de orientar a prática educativa para alcançar determinados objetivos de ensino, tendo em vista a formação integral dos estudantes, além de auxiliar na organização teórica e metodológica do que irá ser abordado a partir da QSC. Assim, as QSCs, quando trabalhadas juntamente com as dimensões CPA do conteúdo, podem ajudar o trabalho com a perspectiva freireana, na organização das dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais que devem ser desenvolvidos pelos/as alunos/as em sala de aula (ANDRADE, 2015; SOUZA, 2015). Ainda nesse sentido, podemos destacar que, conforme nos orientou Pedretti (2003), o uso de QSC põe ênfase no crescimento psicológico e epistemológico da criança, bem como no seu desenvolvimento de caráter e virtude. O que pode ser uma contribuição interessante para as pesquisas utilizando QSC, pois tais objetivos não são destoantes dos pressupostos de uma pedagogia freireana, e, portanto, podem contribuir com a formação dos/as estudantes. Ainda neste panorama, acreditamos que as QSCs fomentam práticas de pesquisa que auxiliam os/as estudantes no processo de construção de sua autonomia para aprender.

Considerando que Freire (1996) defende a necessidade da pesquisa no ensino, o uso de QSC pode contribuir para ajudar no desenvolvimento dessa habilidade em todas as fases do trabalho pedagógico por meio, por exemplo, das questões norteadoras, as quais são utilizadas por Conrado (2017), Andrade (2016), Conrado *et al.*, (2018), na abordagem de QSC. Um aspecto das QSCs que pode ser favorável ao trabalho em uma perspectiva problematizadora seria a busca pela compreensão do problema na realidade global, o que pode permitir a construção de novas relações em nível global e local, contribuindo para a formação crítica dos estudantes.

Embora Freire (1997; 1998) traga em seus livros preocupações com os desdobramentos da ciência e tecnologia na sociedade e no ambiente, bem como sobre a responsabilidade do cientista na produção do conhecimento científico envolvido por interesses particulares e relações de poder, este não era o foco central de seu trabalho. Nesse sentido, as abordagens QSCs/CTSA podem contribuir com a formação crítica dos/as alunos/as ao defender o estudo dos desdobramentos entre C-T-S-A e os aspectos relacionados à natureza da ciência e à produção do conhecimento científico. O aprofundamento nesta compreensão faz-se essencial na sociedade atual, devido, por exemplo, ao contexto socioambiental e político brasileiro, o qual é permeado por problemas socioambientais, como por exemplo, epidemias de Dengue, Zika, Chikungunya e atualmente a pandemia causada pelo Covid-19.

Segundo Martínez-Pérez (2012) e Guimarães *et al.*, (2018) existem algumas barreiras a serem transpostas para o trabalho com QSC na perspectiva CTSA, a saber: o currículo disciplinar, ausência de preparo dos/as professores/as para o trabalho envolvendo controvérsias científicas, a ideia que os professores têm de precisar dar conta de todo o conteúdo, a adequação do trabalho nesta perspectiva com a carga horária das aulas e ausência de tempo para planejamento. A perspectiva freireana certamente contribuirá nesse sentido, auxiliando na construção de indivíduos engajados com a resolução de problemas da sua própria realidade. Carnio e Carvalho (2013) afirmam que é um grande desafio para este século a formação de professores/as para abordar controvérsias sociocientíficas, tendo em vista que é preciso reconhecer outras formas de produção de conhecimento, para lidar inclusive com o agravamento dos problemas socioambientais, os quais exigem um olhar transdisciplinar, sobre o mundo e suas formas de compreensão. Assim, a resolução de QSC não se esgota nos argumentos da ciência, envolvendo questões subjetivas como valores éticos, morais e religiosos. Para isso, precisamos desconstruir mitos relacionados à imagem da ciência e do cientista, as quais muitas vezes são reproduzidas de maneira a afastar professores/as e alunos/as da atividade científica. A pedagogia freireana pode contribuir com a superação desse obstáculo, na medida em que reconhece outras formas de saberes/conhecimentos capazes de explicar o mundo, defendendo a necessidade de respeitar os saberes dos/as educandos/as.

Esta pesquisa busca refletir sobre a formação de professores/as de Ciências capazes de superar o ensino influenciado puramente por valores cientificistas, sem uma problematização acerca da realidade dos/as estudantes. O uso de questões sociocientíficas na perspectiva CTSA pode promover a contextualização dos conteúdos de ensino com relação à ciência, à tecnologia, à sociedade e ao ambiente, permitindo a mobilização de conteúdos na dimensão conceitual, atitudinal e procedimental, a partir de problemas locais e globais vivenciados (ANDRADE,

2016; CONRADO *et al.*, 2012; BERNARDO; VIANNA; SILVA, 2011; SADLER; ZEIDLER, 2004).

1.7 Objetivos de pesquisa

Objetivo geral: Analisar as contribuições da convergência da abordagem de Questões Sociocientíficas sob o enfoque CTSA e a pedagogia freireana para formação de professores/as de Ciências para os anos iniciais.

Para alcançar o objetivo geral de pesquisa, delineamos os seguintes **objetivos específicos**:

- (a) Estabelecer relações teórico-metodológicas entre as Questões Sociocientíficas e a perspectiva de Paulo Freire;
- (b) Avaliar elementos das relações CTSA mobilizados pelos/as licenciandos/as;
- (c) Analisar pressupostos da abordagem pedagógica freireana na construção de SDs pelos/as licenciandos/as;
- (d) Analisar o desenvolvimento do pensamento crítico pelos/as licenciandos/as no processo de construção das SD com o uso das questões sociocientíficas na Educação CTSA em convergência com a abordagem pedagógica freireana;
- (e) Avaliar a presença de intenções para ações sociopolíticas no processo de construção de SDs pelos/as licenciandos/as;
- (f) Identificar e discutir os limites e possibilidades encontradas pelos/as licenciandos/as na construção das QSCs, a partir da tentativa de convergência dos pressupostos teóricos estudados.

Buscando apresentar os resultados alcançados e para responder ao objetivo geral e específicos, organizamos a tese da seguinte forma: na introdução, buscamos apresentar as inquietações e motivações que nos levaram a construção desta tese, bem como apresentar o local onde os dados foram construídos. No capítulo I, buscamos apresentar nossas escolhas metodológicas e filosóficas, as quais levaram a construção desta tese, bem como a descrição densa e detalhada dos procedimentos metodológicos adotados no percurso da pesquisa. No capítulo II, buscamos apresentar e discutir os referenciais teóricos adotados na pesquisa, elaborar argumentos sobre a importância do trabalho com QSC na perspectiva CTSA com base na pedagogia freireana para a formação de professores de Ciências Naturais. Nesse capítulo, buscamos também apresentar características do trabalho com QSC e relações CTSA no contexto socioambiental brasileiro,

bem como a importância da construção de pensamento crítico (PC), tendo em vista o contexto sociopolítico atual, analisando a contribuição de cada perspectiva no alcance do PC. Para isso, utilizamos artigos científicos dos campos da educação CTSA, Questões Sociocientíficas e pedagogia freireana. O levantamento desses artigos ocorreu entre setembro de 2017 e maio de 2019. Os artigos identificados e analisados foram publicados entre 1962 e 2019. O recorte temporal dos artigos utilizados se justifica pela utilização dos livros publicados por Paulo Freire, o qual é referencial teórico central desta tese, além de artigos e livros publicados por outros autores até os dias atuais. Foram também utilizados livros recentes, considerando a relevância e o valor informativo do material, e alguns artigos-chave, selecionados a partir de citações em outros artigos.

No capítulo III, buscamos discutir, a partir da análise de dados produzidos na pesquisa, as contribuições e dificuldades encontradas no trabalho com QSC na perspectiva CTSA com base na pedagogia freireana; analisar o uso das QSC na perspectiva da Educação CTSA pelos/as licenciandos/as no desenvolvimento de SD; avaliar elementos das relações entre CTSA mobilizados pelos licenciandos; analisar conteúdos nas dimensões CPA (conceituais, procedimentais, atitudinais) mobilizados/presentes nas propostas de ativismo dos/as licenciandos/as; analisar pressupostos da abordagem pedagógica freireana na construção de SDs pelos/as licenciandos/as; analisar o desenvolvimento do pensamento crítico pelos/as licenciandos/as no processo de construção das SD com o uso das questões sociocientíficas na Educação CTSA em convergência com a abordagem pedagógica freireana; identificar limites e possibilidades encontradas pelos/as licenciandos/as na construção das QSCs, a partir da tentativa de convergência dos pressupostos teóricos estudados, tendo em vista a formação científica, política e crítica dos/as estudantes. Ao final da tese, apresentamos as considerações finais, a partir dos objetivos de pesquisa estabelecidos, destacando os resultados alcançados, bem como as dificuldades e possibilidades observadas. Apresentamos também ao final, as referências, apêndices e anexos.

CAPÍTULO I

1.0 Caminhos metodológicos

A produção de dados foi realizada entre setembro de 2017 a dezembro de 2019 no curso de Pedagogia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, na disciplina *Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais*, a qual possui uma carga horária de 85 horas, sendo 34 horas de prática e 52 horas de teoria, tendo como participantes 55 licenciandos/as. De acordo com a ementa do curso, a disciplina deve permitir ao/à licenciando/a desenvolver uma compreensão sobre o histórico, o objeto de estudo e os pressupostos epistemológicos do conhecimento nas Ciências Naturais, a investigação didática em Ciências e a investigação e a construção do conhecimento em Ciências Naturais para a Educação Infantil e para os anos iniciais do Ensino Fundamental.

Em consonância com o contexto e com os objetivos de pesquisa, partimos do princípio de que toda pesquisa envolve uma visão de mundo que define a forma como o percebemos e como nos posicionamos nele. Assim, acreditamos que o paradigma que apresenta maior aproximação teórica com o nosso objetivo de pesquisa e os resultados esperados é a teoria crítica, na medida em que defende que a pesquisa em geral deve se preocupar com o papel das ideologias dominantes, das relações de poder e das desigualdades reproduzidas na sociedade e legitimadas pelos aparelhos ideológicos do estado, sendo que o estudo crítico das relações CTSA, a partir de QSCs, com base na pedagogia freireana, pode explicitar, questionar e desconstruir os efeitos negativos das ideologias dominantes. Segundo Howell (2013), a teoria crítica aparece como uma forma de questionar as condições de alienação existentes e consolidadas na sociedade, criticando, portanto, o pensamento positivista, o qual é pautado apenas na razão e não leva em conta a análise de fatores sociais e históricos. Os principais filósofos da Escola de Frankfurt são: Theodor Adorno, Max Horkheimer, Walter Benjamin, Herbert Marcuse, Leo Löwenthal, Erich Fromm, Jürgen Habermas, entre outros. Ao elaborar a teoria crítica, esses estudiosos denunciavam uma necessidade de mudança na sociedade, ao analisar criticamente a sociedade burguesa, observando não só a sua estrutura, mas também a dinâmica desenvolvida pelos indivíduos inseridos nela, examinando a ideologia. Sendo assim, as principais características desse pensamento são: a autonomia intelectual, a análise crítica e o apelo humanístico (MOGENDORFF, 2012).

Esta pesquisa também recebe influência do paradigma pós-positivista, uma vez que valorizamos aspectos como a explicação dos fenômenos e a valorização da objetividade, além

de considerarmos a influência do contexto histórico, social e cultural do que é estabelecido na ciência e dos valores e crenças do/a pesquisador (a) na interpretação do que é observado (MERTENS, 2014).

Em consonância com o contexto e com os objetivos de pesquisa, os procedimentos metodológicos adotados nesta investigação são de natureza qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Segundo Bogdan e Biklen (1994), o enfoque qualitativo compõe-se de dados descritivos diretamente do objeto de estudo, portanto não se preocupa com representatividade numérica, sendo que o principal instrumento é o/a pesquisador (a) e a fonte de dados é o ambiente em que os fatos de seu interesse se encontram. A pesquisa qualitativa envolve ações como: descrição, compreensão e explicação de determinado fenômeno (MINAYO, 2001). Classificamos esta pesquisa como empírica, uma vez que nos dedicamos à produção e análise de dados (DEMO, 2000). Quanto à natureza, pode ser classificada como aplicada, pois busca investigar as contribuições e desafios da aplicação de QSC na perspectiva CTSA para a formação de professores/as. Quanto aos procedimentos metodológicos adotados, trata-se de uma pesquisa de campo, pois partiu da observação dos fatos e da construção de relações entre eles. Quanto aos objetivos gerais traçados, trata-se de uma pesquisa interpretativa, uma vez que buscamos interpretar os fenômenos observados sob o ponto de vista da inter-relação entre as abordagens QSC na perspectiva CTSA e a pedagogia freireana.

1.1 Contexto da pesquisa

A pesquisa foi realizada no município de Amargosa, localizado no estado Bahia, na mesorregião do Centro-Sul Baiano, no Vale do Jiquiriçá, e é conhecida como “Cidade Jardim” pela beleza de suas praças e jardins, atração para moradores/as e visitantes.

Historicamente, Amargosa foi considerada, por sua importância econômica, como a “Pequena São Paulo”, devido à grande produção de café na região. Após a crise de 1929, quando houve declínio da produção cafeeira, Amargosa enfrentou uma crise financeira, embora ainda exercesse influência econômica na região. Com isto, abriu-se a perspectiva para a criação de uma nova identidade para a cidade, que então passou a ser chamada de “Cidade Jardim”.

A razão pelo qual deu-se o nome “Amargosa” à cidade, segundo Rebouças (2013), ainda necessita de esclarecimentos, mas, fontes históricas, inclusive no que tange aos conhecimentos de tribos indígenas que circundavam a região, indicam que este nome foi dado à cidade devido ao fato de que na região existiam muitos pombos de cor azulada, com carne amarga. Assim, os grupos que se reuniam para a atividade de caça desses animais utilizavam a expressão: “vamos

às amargosas”, originando, assim, o nome da cidade. Atualmente, a importância regional da cidade se verifica no âmbito político (sede da 29ª Região Administrativa do Estado), por ser conhecida internacionalmente pela festa de São João e pelo crescimento econômico e educacional, principalmente depois da implantação do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB, 2017). O município tem uma população de 34.351 habitantes, de acordo com o censo de 2010 (IBGE, 2010).

Climaticamente, Amargosa possui três formações (segundo a classificação de Thornthwaite) definidas: úmido, semiárido e semiúmido (LINS, 2008). Assim, as temperaturas anuais variam entre 19,8 e 25,1 °C, a 400 metros de altitude com relação ao nível do mar. A formação vegetal é caracterizada pela presença da Mata Atlântica e Caatinga (PAIXÃO; CONCEIÇÃO, 2015). Na figura abaixo, poderemos observar a praça central da cidade, onde está localizada a igreja matriz de Amargosa.

Figura 3. Praça central e igreja matriz de Amargosa.



Fonte: Arquivos da pesquisadora.

Atualmente, o município de Amargosa vem sofrendo com o surgimento e o agravamento de problemas socioambientais, como o desmatamento, impulsionado historicamente, pela produção cafeeira, a falta de água em determinadas regiões da cidade, a falta de saneamento básico em muitos locais da cidade, a poluição das águas e dos alimentos pelo uso de agrotóxicos, a proliferação de escorpiões, dentre outros problemas. Como pesquisadora, percebi, portanto, a necessidade de construir uma agenda de estudos, na disciplina *Ensino de Ciências Naturais*, voltada para a compreensão e a busca de solução de problemas socioambientais locais, tornando a atividade docente e a aprendizagem em Ciências mais significativa e crítica.

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica do município para os anos iniciais do ensino fundamental teve valor médio de 4,4, em 2015, subindo para 5.0 em 2017. Para os alunos dos anos finais, essa nota foi de 3,4 em 2005, subindo para 4,4, em 2017. Esta nota coloca o município na posição 203 de 417, em comparação com cidades do mesmo estado (IBGE, 2017).

O município de Amargosa possui quatro usinas de leite, duas de torrefação de café e um polo calçadista voltado para a exportação. A agropecuária ocupa posição de destaque na economia de município, com a criação de gado e produção de leite e seus derivados. O município também produz grande quantidade de alimentos por meio da agricultura familiar, a saber: abacaxi, amendoim, batata doce, cana de açúcar, feijão, mandioca, milho, tomate, banana e cacau (IBGE, 2016). Além disso, a cidade recebe anualmente milhares de turistas durante as festividades do período do São João, quando se destacam a comida típica e a ambiência interiorana.

1.2 Caracterização do curso de Licenciatura em Pedagogia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) foi criada pela Lei 11.151, de 29 de julho de 2005, a partir do desmembramento da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, a qual possui sede na Cidade de Cruz das Almas (BA). A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia traz no bojo de seu nascimento o compromisso histórico das IES com a sociedade, bem como a inclusão de jovens do Recôncavo no ensino superior, tendo em vista o desenvolvimento econômico, social e cultural da região. Tem estrutura *multicampi*, sendo que, atualmente, os seus campi estão organizados por Centros, sendo as sedes do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas e do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas localizadas na cidade de Cruz das Almas. No município de Santo Antônio de Jesus, está localizado o Centro de Ciências da Saúde. Na cidade de Cachoeira, está o Centro de Artes, Humanidades e Letras e, por fim, em Amargosa, localiza-se o Centro de Formação de Professores (UFRB, 2008).

Amargosa é um dos municípios que compõem a região do Vale do Jequiçá, do qual fazem parte outros vinte e três municípios. Devido à sua localização no Vale do Jequiçá, Amargosa abriga a sede da Diretoria Regional de Educação – DIREC 29 – que reúne e organiza a educação, no âmbito do governo estadual, de outros dez municípios. Por esta localização privilegiada, coube a Amargosa sediar o Centro de Formação de professores da UFRB, que teve seu início de funcionamento em outubro de 2006, com o ingresso de alunos em três cursos de

Licenciatura: Física, Matemática e Pedagogia. Desde então, o Centro de Formação de Professores tem oferecido 40 vagas no curso de Pedagogia, no turno diurno, a cada ingresso pelo processo seletivo da UFRB. No entanto, devido à demanda pela formação de professores/as da região e tendo em vista o processo de democratização do acesso ao ensino público superior, com o favorecimento do acesso do/a aluno/a trabalhador (a), o Colegiado do Curso de Pedagogia aprovou, em reunião realizada em junho de 2007, a oferta do curso no turno noturno com vistas a contemplar essa parcela da população trabalhadora excluída do ingresso no ensino superior diurno (UFRB, 2008).

Os cursos de Pedagogia no Brasil têm sido regulamentados desde 2005 pelas Diretrizes Curriculares Nacionais, que instituem orientações para a formação inicial nessa área, definem o exercício da docência como norteador da formação do pedagogo, bem como traçam elementos para construção de projetos desses cursos (UFRB, 2008).

O curso de Licenciatura em Pedagogia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia encontra-se no campus de Amargosa, no Centro de Formação de Professores. O Ato legal de reconhecimento do curso ocorreu por meio da Lei 1.151, de 29 de julho de 2005, publicada no D.O.U. de 01.08.2005. O curso possui as modalidades diurno e noturno.

Segundo o projeto curricular do curso, foram definidas a pesquisa e a práxis pedagógica como eixos transversais de todo o currículo, possibilitando ao/à egresso/a vivenciar a prática da pesquisa e a ação docente em suas diversas modalidades (ensino e aprendizagem na educação infantil, anos iniciais do ensino fundamental, ensino e aprendizagem das matérias pedagógicas, gestão da educação, atuação em movimentos sociais) (UFRB, 2008). Os objetivos propostos para a formação do/a pedagogo/a são: formar pedagogos e pedagogas, professores/as que tenham o trabalho pedagógico como sentido da formação; empenhar esforços para que o curso proporcione uma sólida formação teórica; desenvolver a pesquisa como forma de conhecimento e intervenção na realidade social; propiciar junto à comunidade escolar um trabalho partilhado e coletivo através da docência compartilhada; realizar um trabalho interdisciplinar que permita uma visão ampla de conhecimento e da educação; buscar estratégias que favoreçam uma maior articulação entre a teoria e a prática e garantir flexibilidade curricular e estratégias de autoavaliação constantes em relação à proposta pedagógica (UFRB, 2008).

Com relação à estrutura do curso, existem componentes curriculares obrigatórios: Perspectiva Básica (1.853 horas) e Perspectiva Específica (884 horas); Componentes curriculares optativos: Perspectiva Eletiva (357 horas); Estágio: 306 horas (inserido nas Perspectivas Básica e Específica); Atividades Complementares: 100 horas. A carga horária total do Curso diurno é de 3.500 horas.

Em 2019, o curso possuía 512 estudantes, sendo 271 na modalidade diurna e 241 na modalidade noturno. Até abril de 2019 a UFRB formou 175 licenciados/as em Pedagogia.

Observamos que o curso de Pedagogia da UFRB possui dentre seus princípios a formação didática, pedagógica e humanística dos/as estudantes. Percebe-se a preocupação no documento que rege o curso de promover a formação integral dos/as estudantes, uma concepção de formação que compreende a educação não só como um meio para formação profissional dos/as educandos/as, mas que valoriza acima de tudo uma formação moral, política e ética. Nosso objetivo de pesquisa e formação coaduna com os objetivos e necessidades do curso de Pedagogia e com a realidade existencial dos/as estudantes, apresentando, portanto, o potencial necessário para a construção de um ensino transformador e comprometido com os problemas socioambientais locais e globais.

1.2.1 A realidade existencial

Os dados apresentados neste capítulo foram coletados entre outubro de 2018 a dezembro de 2019, com alunos do curso de Pedagogia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, na disciplina *Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais*, a qual tem uma carga horária total de 85 horas, das quais 40 horas são destinadas a discussões teóricas e 45 horas dedicadas a atividades práticas, período denominado por nós de período de exercício da práxis. Cada encontro teve duração de 5 horas-aula. Todos/as os/as participantes leram e assinaram previamente um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

1.2.2 A definição de temas sociocientíficos com enfoque CTSA na perspectiva freireana

A turma, que continha cinquenta e cinco (55) licenciandos/as, foi dividida em grupos, para operacionalizar o processo de construção das sequências didáticas. A sala foi dividida, então, em doze grupos de trabalho. A turma estava no 4 e 5º períodos do curso. Os scripts, as falas e outros materiais analisados nesta tese foram produzidos na turma referente ao semestre 2017.2. Outros dados foram produzidos durante os semestres 2018.1, 2018.2, 2019.1 e 2019.2. Em seguida, os grupos foram orientados a ir a campo realizar o trabalho de identificação das questões sociocientíficas que iriam abordar na disciplina. As orientações fornecidas antes da ida a campo foram concernentes ao uso do roteiro de identificação e caracterização de problema local na comunidade, previamente elaborado pela pesquisadora. Nesse roteiro (Apêndice A), os/as estudantes descreviam aspectos problemáticos da comunidade, as características que configuravam esses aspectos como um problema sociocientífico, se o problema era controverso,

ou seja, se envolvia diferentes opiniões, se o problema tinha relação com ciência e tecnologia, com ensino de Ciências Naturais e com outras disciplinas escolares e se o problema encontrado gerava impactos na sociedade. Considerando que estávamos procurando uma Questão Sociocientífica na comunidade local, estes critérios precisavam ser atendidos. Em seguida, no mesmo roteiro, os/as estudantes foram orientados/as a entrevistarem as pessoas da comunidade, buscando saber se aquelas pessoas também percebiam o tema como um problema, se todos são prejudicados igualmente pelo problema e quem são os culpados pelo mesmo.

Este exercício prático de observar a realidade e a partir dele construir possibilidade de contextualizar e problematizar o ensino de Ciências Naturais é importante nos processos de ensino e aprendizagem crítico, já que confere ao/à estudante o papel de pesquisador epistemologicamente implicado com a realidade do seu entorno. A entrevista com os moradores da comunidade foi uma maneira de validar e legitimar o conhecimento construído pelos/as estudantes em campo, a fim de aprofundar a compreensão das contradições e modos de ver o mundo.

Para que pudéssemos despertar a curiosidade epistemológica dos/as estudantes, propusemos a busca de problemas sociocientíficos na comunidade local, objetivando a construção de uma aprendizagem motivada, a partir das necessidades culturais encontradas por meio da leitura de mundo realizada pelos grupos de trabalho. Segundo Freire (1980), os temas geradores não podem ser identificados prescindindo dos homens e das mulheres, ou seja, é a partir do olhar dos homens e das mulheres sobre a sua realidade, sobre as condições de vida ali impostas, e as contradições ali existentes, que ocorre a motivação humana para a busca e o desvelamento das realidades. A aproximação com a realidade é atividade essencial para a construção da conscientização, que, segundo Freire (1980), significa “tomar posse da realidade”, causando a desmitologização das condições vividas pelas pessoas em seus contextos, em um trabalho humanizante, fazendo brotar as possibilidades de questionamentos e mudanças, o que jamais fariam os opressores. Para este mesmo autor: “Por isso mesmo a conscientização é o olhar mais crítico possível da realidade, que a “des-vela” para conhecê-la e para conhecer os mitos que enganam e que ajudam a manter a realidade da estrutura dominante” (FREIRE, 1980, p. 29). Neste panorama, nos cabe explicitar quais as relações entre os problemas locais e as QSCs. Nesse sentido, nem todo problema local pode ser considerado uma QSC, mas em muitos problemas locais podem ser selecionadas algumas QSCs, que, para Ratcliffe e Grace (2003), precisam apresentar aspectos como: afetar direta ou indiretamente os contextos ambientais e sociais, tanto em um âmbito local como global; partir de uma problemática que gere controvérsias e opiniões diversas entre os sujeitos envolvidos nela; ser

divulgada nos meios de comunicação e ter fundamentação científica, que pode ser explicada por meio das Ciências Naturais ou de outras ciências. Para além dessas características das QSCs, entende-se que é importante que elas tenham algum sentido e significado para os/as estudantes (BONFIM *et al.*, 2019). E isso pode ser obtido por meio de um processo que tenha o potencial de identificar aspectos da realidade da comunidade em que vivem os/as educandos/as, bem como as situações-limite (FREIRE, 1987) em que os/as mesmos/as se encontram.

Tendo em vista a perspectiva teórica (QSC/CTSA) utilizada nesta pesquisa, nós estabelecemos que os temas apresentassem as seguintes características: (a) ser um problema controverso, ou seja, que envolvesse diferentes opiniões; (b) ter relação com ciência e tecnologia; (c) ter relação com a disciplina escolar Ciências Naturais; (d) Gere impactos na sociedade, de acordo com a definição de QSC proposta por Ratcliff (2009). Buscaremos aqui discutir como aconteceu a aproximação dos/as estudantes com o contexto, como eles/as perceberam os problemas, se os consideravam relevantes, complexos, se poderiam fazer relações com Ciências Naturais e com outras áreas do saber.

Diante do exposto, fica claro que buscamos, em certa medida, associar as etapas do processo de Investigação Temática com a abordagem de QSC na perspectiva CTSA. O processo de Investigação Temática foi desenvolvido por Freire (1987) e sistematizado por Delizoicov (1982) relacionando as ideias de Freire e de George Snyders, compartilhando os ideias de educação a partir de uma perspectiva crítica e transformadora. Estes estruturam a proposta da Abordagem Temática Freireana para os contextos formais de ensino em cinco etapas, a saber:

i) Levantamento preliminar: Nesta fase, acontece o levantamento inicial de informações locais da comunidade em que vivem os alunos, na busca por situações que representam todas as situações de contradição social vivenciadas; ii) Análise das situações e escolha das codificações: nesta etapa, acontece a escolha de situações-limite, que são definidas como as contradições vividas pela comunidade; iii) Diálogos descodificadores: as situações são discutidas e problematizadas com a comunidade, no intuito de legitimar as situações-limite. Se legitimadas, temos o Tema Gerador; iv) Redução temática: Nesta etapa, é realizada a escolha dos conteúdos científicos que serão necessários para a compreensão integral do tema; v) Sala de aula: desenvolvimento do conteúdo programático elaborado a partir do processo de redução temática.

Tendo em vista, o contexto teórico e metodológico da nossa pesquisa, ao delinear os nossos objetivos, adequamos o método de investigação temática a partir dos seguintes momentos:

1) *Levantamento Preliminar*: Nesta etapa, direcionamos os alunos para a realização do exercício crítico de observar a realidade, por meio do contato direto com a comunidade. Para isso, elaboramos um roteiro contendo treze questões, as quais os alunos deveriam seguir para buscar identificar problemas locais que tivessem características de uma QSC, e em seguida, os estudantes fizeram entrevistas com moradores/as da comunidade (crianças, jovens, adultos e idosos/as), as quais foram essenciais para observarmos a percepção dos moradores sobre os problemas existentes na comunidade, na tentativa de legitimar esses temas e promover uma abordagem integral e crítica em sala de aula.

2) *Análise das controvérsias sociocientíficas*: Seleção de elementos que revelassem as contradições sociais vivenciadas, bem como controvérsias científicas encontradas na comunidade, ou seja, nesta fase, buscamos compreender de que modo aquele problema se apresentava na atualidade e na comunidade; se era visto como um problema por todos ou por uma parcela da sociedade; quem mais sofria com aqueles problemas; se todos tinham a mesma opinião sobre o problema. se era possível resolver aquele problema em escala local. Em sala de aula, buscamos identificar, a partir dos dados coletados em campo com a comunidade, as situações que revelavam contradições, situações-limites relacionadas a ciência e tecnologia, buscando então legitimar cada uma dessas situações enquanto um *Tema Gerador Sociocientífico (TGS)*.

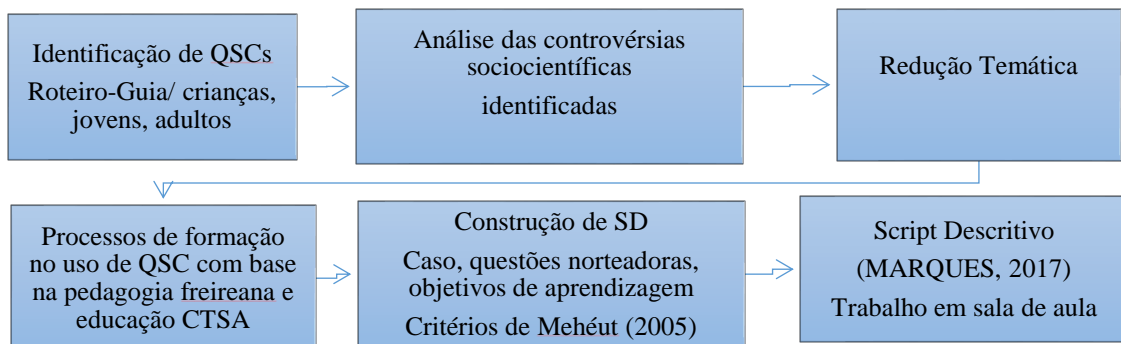
3) *Redução Temática*: Seleção de conteúdos e conceitos científicos que pudessem contribuir na superação das contradições sociais e planejamento das atividades de sala de aula, com cada grupo de trabalho. Nesta fase, fizemos uma discussão em sala, a fim de que todos os grupos apresentassem as contradições encontradas em suas visitas à comunidade, para iniciar o processo de construção de um planejamento didático contemplando elementos do currículo de Ciências Naturais que pudessem ser trabalhados a partir do tema, bem como outras áreas de conhecimento. Nesta etapa, sugerimos que os estudantes realizassem o estudo avançado dos temas que legitimaram na comunidade, analisando o tema a partir de uma perspectiva inter e transdisciplinar, estimulando o aluno a buscar relações do tema com aspectos éticos, políticos, ideológicos, econômicos, ambientais, de saúde, científicos, tecnológicos e sociais, para que o estudante tivesse condição de compreender criticamente o tema, conhecendo-o de maneira integral, possibilitando o alcance uma consciência máxima possível.

4) *Processos formativos sobre QSC/CTSA/FREIRE*: Após os estudantes terem em mãos o tema a ser trabalhado, realizamos o processo de aproximação com as perspectivas teóricas utilizadas na pesquisa. Através da elaboração de planos de ensino, os estudantes iriam incorporar os princípios estudados a cada aula, refazendo os mesmos até alcançarem os objetivos de aprendizagem esperados para aquela aula.

5) *Trabalho em sala de aula*: As atividades didático-pedagógicas planejadas são desenvolvidas em sala de aula, com base na abordagem de QSC/CTSA, buscando a construção de um caso que descrevesse as controvérsias do problema, objetivos de aprendizagem CPA e questões norteadoras, as quais serviram de base para o trabalho em sala de aula.

Tendo em vista as nossas escolhas teóricas, metodológicas e didáticas, buscamos a partir dos referenciais supracitados, adaptar o processo de Investigação Temática com base na pedagogia freireana à utilização de Questões Sociocientíficas na perspectiva CTSA na formação de professores de Ciências Naturais. Assim, no quadro abaixo (quadro 1), delineamos os caminhos e processos utilizados nesta etapa da pesquisa, que poderão ser utilizados por outras pesquisas na área.

Fluxograma 1. Etapas na investigação do tema sociocientífico.



Fonte: A autora

1.2.3 *Processos de formação no uso de Questão Sociocientífica com base na pedagogia freireana e educação CTSA: Construção da práxis*

Antes de iniciar as discussões sobre a perspectiva teórico-metodológica que seria adotada na disciplina, os/as estudantes responderam a um questionário (Apêndice C), com o intuito de alcançarmos os seus conhecimentos prévios sobre a perspectiva teórico-metodológica que seria trabalhada na disciplina. Após as aulas teórico-práticas, foram realizadas oficinas para a construção das QSCs para o contexto educacional e para orientações aos grupos. No quadro abaixo, apresentamos as atividades de formação para apropriação teórico-metodológica do uso

de Questão Sociocientífica com base na pedagogia freireana e educação CTSA. Esse processo foi realizado após os licenciandos irem a campo.

Quadro 1. Atividades de formação para apropriação teórico-metodológica do uso de Questão Sociocientífica com base na pedagogia freireana e educação CTSA

Encontros	Tema/ conteúdos	Objetivo de pesquisa	Objetivo de aprendizagem	Atividade da professora	Atividade dos/as aluno/as
Encontro 1	Conhecimentos prévios	Avaliar os conhecimentos prévios mobilizados	Refletir sobre relações CTS e pedagogia no ensino de Ciências	Observação	Responder a um questionário
Encontro 2	Discussão do questionário e aula surpresa.	Analisar as discussões sobre o questionário respondido na aula anterior. Observar a aproximação dos estudantes com os conteúdos discutidos, bem como as estratégias utilizadas para apresentar a aula surpresa.	Refletir sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e o ensino de Ciências e a importância do planejamento para o processo de didatização do conhecimento.	Expor, discutir, problematizar os conceitos e concepções prévias dos alunos, dialogando com aspectos da sua realidade existencial.	Construção de planos de aula sobre qualquer tema que os alunos considerassem possuir domínio. Reconstrução da aula, buscando superar as limitações, a partir de relevantes do contexto sociocultural dos alunos
Encontro 3	Natureza da ciência	Observar, por meio dos argumentos dos estudantes, que compreensão foi elaborada sobre a ciência, tendo em vista os aspectos epistemológicos que envolvem a mesma.	Compreender a natureza da ciência, aspectos epistemológicos da produção do conhecimento científico, a ética do conhecimento produzido, reconhecer outras formas de conhecimento nas aulas de Ciência.	Acessar conhecimento prévios. Expor, discutir, problematizar os conceitos relacionados à produção do conhecimento científico, encorajando-os a partir de reflexões que os levem a compreender a natureza do trabalho científico, desconstruindo mitos que favoreçam a aproximação dos mesmos à atividade científica, bem como a ciência da realidade vivenciado pelos mesmos.	Leitura de casos controversos. Leitura de texto sobre natureza da ciência. Resolução dos casos controversos. Leitura e discussão de reportagem sobre intuição nativa. Discussão de vídeo sobre produção de alimentos na floresta. Reconstrução do planejamento anterior, incorporando uma visão crítica sobre a ciência ao mesmo.
Encontro 4	Abordagem CTSA	Avaliar o modo de apropriação dos pressupostos CTS, por meio dos argumentos apresentados em sala de aula.	Aproximar os estudantes dos pressupostos teóricos e epistemológicos da educação CTS, relações de poder que existem entre elas, bem como os aspectos políticos que envolvem o assunto.	Acessar conhecimento prévios. Expor, discutir, problematizar os conceitos fundantes sobre o tema; contextualizar as relações CTSA a partir da realidade existencial, questionando o papel da ciência e tecnologia para a atuação engajada com problemas sociais locais e de relevância socioambiental.	Leitura de texto Estudo dirigido Discussão de curta metragem: o menino que domou vento”. Reconstrução do planejamento anterior, incorporando o que foi aprendido.

Encontro 5	Educação CTSA, e Questões Sociocientíficas.	Analisar o processo de construção dos subsídios teóricos e metodológicos durante a elaboração das questões sociocientíficas para o meio escolar'	Construir subsídios teóricos e metodológicos para a elaboração das questões sociocientíficas para o meio escolar.	Acessar conhecimento prévios. Expor, discutir, dialogar e problematizar os conceitos fundantes sobre o tema; mediar a construção de uma QSC para a educação, incentivando a incorporação de reflexões sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.	Leitura e discussão de texto. Reconstrução do planejamento, com base em QSC na educação.
Encontro 6	Pedagogia Freireana	Analisar o entendimento dos pressupostos do educador Paulo Freire, no que diz respeito a contextualização do ensino em sala de aula e a importância da formação cidadã. Apropriar-se dos pressupostos epistemológicos, teóricos e metodológicos desta pedagogia, aplicando-as no contexto de aulas de Ciências, bem como buscar analisar as contribuições desta abordagem na construção de aulas críticas e reflexivas	Aproximar os estudantes dos pressupostos teóricos do educador Paulo Freire.	Acessar conhecimento prévio. Expor, discutir, dialogar e problematizar os conceitos fundantes sobre o tema.	Leitura e discussão de texto. Avaliação de quadro comparativo entre Freire e QSC. Reconstrução do planejamento anterior sob pressupostos freireanos.
Encontro 7	As Sequências Didáticas e as Sequências de conteúdos	Avaliar/caracterizar/descrever a compreensão dos estudantes sobre como podem ser organizados os conteúdos de aprendizagem.	Apropriação deste referencial, como incorporam em seus planejamentos. Aplicar estes conhecimentos por meio da confecção de planos de aula com base em sequencias didáticas que abarquem as dimensões CPA dos conteúdos.	Expor, discutir, dialogar e problematizar os conceitos fundantes sobre o tema;	Leitura e discussão de texto. Reconstrução do planejamento.
Encontro 8	Currículo e Autonomia docente	Avaliar a compreensão, dos estudantes, sobre o currículo	Compreender o currículo como campo de disputa e poder; utilizar problemas da realidade para ensinar Ciências.	Expor, discutir, dialogar e problematizar os conceitos fundantes sobre o tema;	Leitura, discussão e socialização de textos e reportagens. Reconstrução do planejamento.

		como campo de relações de poder e interesses ideologicamente orientados. Observar como os estudantes utilizam as diretrizes e o livro didático no processo de construção do planejamento, se como guia ou apoio.	Discutir se esse processo contribui para a autonomia dos estudantes frente a essas diretrizes e do livro didático.		
Encontro 9 Encontro 10 Encontro 11 Encontro 12	Oficinas para a construção dos objetivos de aprendizagem, caso, questões norteadoras e script descritivo	Avaliar as contribuições, apropriação e dificuldades dos grupos na construção de QSC e script descritivo	Apropriação de procedimentos didático-pedagógicos, desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes para as aulas.	Avaliar as contribuições, apropriação e dificuldades dos grupos na construção de QSC e script descritivo; auxiliar no desenvolvimento de habilidades pedagógicas e na aquisição de conhecimento científicos, encorajá-los na busca de informações.	Construção de aulas a partir de referenciais teóricos-metodológicos adotados, tendo em vista, a formação crítica e reflexiva.
Encontro 13 Encontro 14 Encontro 15 Encontro 16	Apresentação de oficinas de ensino e aprendizagem a partir de temas locais	Analisar a apropriação pelos grupos dos referenciais teóricos e metodológicos adotados.	Apropriação pelos grupos dos referenciais teóricos e metodológicos adotados; habilidades de pensamento crítico sobre a ciência e sobre os conteúdos científicos pertinentes a cada tema trabalhado.	Avaliar as contribuições, apropriação e dificuldades dos grupos na construção de QSC para o contexto escolar e script descritivo;	Apresentar as oficinas de ensino e aprendizagem, apropriar-se dos conceitos, tomar decisões frente aos problemas sociocientíficos estudados.

Fonte: A autora (2019).

Salientamos que, devido ao número de alunos/as e grupos para as orientações e apresentações das oficinas finais, foram destinados oito encontros, os quais ainda não foram suficientes para todas as orientações, devido à demanda que os grupos apresentavam e às dificuldades que manifestaram para colocarem em prática os pressupostos discutidos em sala. É importante ressaltar que os estudantes passaram por um processo intenso durante a disciplina de contato com perspectivas teóricas, desconhecidas até o momento, como, por exemplo, a abordagem QSC/CTSA/CPA no ensino de Ciências, juntamente com a perspectiva freireana, com a qual já haviam tido algum contato nos semestres anteriores à disciplina, mas sem um aprofundamento prático aliado a uma área de ensino específica.

1.2.4 Meios para a concretização e a apresentação dos conhecimentos construídos

Para a construção da QSC para o contexto educacional, consideramos os pressupostos teóricos e metodológicos estabelecidos por Conrado e Nunes-Neto (2017). Esses autores estabelecem a construção de um caso, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem nas dimensões CPA, como forma de organizar uma QSC na perspectiva CTSA. O *caso* é uma história curta, contém diálogos e diferentes personagens do contexto sociocultural dos/as estudantes. Conforme Conrado (2017, p.86):

A organização de uma sequência de eventos na forma de uma história, como no uso de narrativas, é um modo de explicitar diferentes interpretações, pontos de vista, crenças e juízos de valor, além de permitir a aproximação do tema controverso com o estudante, contribuindo para sua sensibilização e seu engajamento (ZEIDLER et al., 2005; LEVINSON, 2006).

Segundo César *et al.*, (2014, p 12), “as narrativas de histórias na educação infantil constituem-se em uma prática indispensável por potencializar o processo de ensino aprendizagem de forma prazerosa e ampliar a visão de mundo do educando”.

Conrado e Nunes-Neto (2018) utilizam também as *questões norteadoras*. “Estas são, simplesmente, questões claramente colocadas como perguntas sobre o caso e/ou sobre aspectos globais” (CONRADO, 2017, p.87), e que exigirão, dos/as estudantes, por em prática os objetivos de aprendizagem previamente definidos.

Com base em Zabala e Arnau (2010), Conrado e Nunes Neto (2018) organizam os conteúdos do ensino a partir de suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA). No contexto atual em que vivemos, marcado por problemas socioambientais controversos, é relevante repensarmos o papel da educação e do ensino de Ciências Naturais na formação cidadã dos/as educandos/as. Para isso, se faz necessária a abordagem de conteúdos conceituais,

que permitam aos/às alunos/as a compreensão dos conceitos científicos que envolvem um tema; a abordagem de procedimentos, que permitam aos estudantes um saber fazer, diante de pedagogias tradicionais e tecnicistas, que muitas vezes não valorizam a atuação e o protagonismo dos/as estudantes em sala de aula; e, por fim, a abordagem de valores e atitudes que, sobretudo, se preocupam com o desenvolvimento de valores éticos, morais, bem com o desenvolvimento do pensamento crítico (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Para a construção das sequências didáticas, foram considerados os critérios de validação e justificação a priori de Mehéut (2005), a saber: a dimensão psicocognitiva, relativa às características cognitivas dos estudantes; epistemológica, relacionada aos conteúdos a serem aprendidos e à sua gênese histórica; e didática, referente às restrições do funcionamento escolar (cronogramas, carga horária, dentre outros).

Tendo em vista as especificidades socioculturais do contexto em que foi aplicada a QSC, sugerimos ainda a inclusão das dimensões: 4) axiológica: que diz respeito aos valores éticos, morais, estéticos e espirituais que predominam em uma sociedade; e 5) sociocultural: que leva em conta aspectos relativos ao cotidiano e à cultura nos quais os estudantes encontram-se inseridos, valorizando e respeitando as suas individualidades e diferenças. Acrescentamos estas dimensões como forma de reforçar os princípios e valores com os quais procuramos orientar a construção e a aplicação da SD. Segundo Freire (1970), é necessário partir das necessidades culturais dos/as estudantes, uma vez que eles/elas precisam superar a curiosidade ingênua, alcançando o conhecimento científico. Para que isso seja alcançado, Freire propôs que o/a educador (a) comece a explorar o contexto sociocultural dos/as alunos/as na busca de elementos culturais que possam ser trabalhados no processo educativo, “considerando que o mundo do educando e da comunidade escolar são objetos de estudo, de compreensão, de busca de superação, elementos fundamentais para o engajamento, potencializando a aprendizagem e a constituição de uma cultura de participação” (AULER; DALMOLIN, FENALTI, 2009, p.75). Freire (2003, p. 149) defende que, “quanto mais as pessoas se tornam elas mesmas, melhor será a democracia”. Para ele, a participação dos/as alunos/as no processo de organização curricular é uma questão política, e não apenas educacional. Assim, quanto mais as pessoas participam da construção da sua educação, maior será sua participação na definição do que produzir e por que.

Considerando que os/as estudantes não teriam tempo durante o semestre letivo para aplicação das QSCs, devido à incompatibilidade do semestre letivo da universidade e das escolas da educação básica, bem como à insuficiência do tempo da disciplina para apropriação dos referenciais adotados na mesma, restringimos a avaliação da aprendizagem das QSCs por meio da construção de scripts descritivos, procedimento adaptado a partir de Marques (2017).

O *script* é a descrição do discurso que os/as licenciandos/as pretendem por em prática em sala de aula, de forma semelhante ao que se escreve em um roteiro de filme. Pedimos que, nesse roteiro descritivo, o/a futuro/a professor (as) descrevesse todas as suas possíveis falas da aula planejada. Os licenciandos viram a necessidade de pensar em como iniciariam, conduziriam e terminariam a aula, a partir dos referenciais freireanos estudados, bem como da educação CTSA, no formato de uma questão sociocientífica. Segundo Marques (2017, p.102),

Ser autor de seu próprio texto ou da sua própria aula, definir exatamente o que se quer ensinar e como ensinar determinado conteúdo, são práticas que modificam a concepção que docentes têm de si próprios e de seu papel na sociedade. Em vez de repetir um texto, deve-se ser autor dele. E ser autor significa tomar decisões. Com esta ferramenta a reflexão para e sobre a prática foi instrumentalizada e orientada.

Os dados apresentados nesta tese são provenientes da análise de materiais como: script descritivo, áudios dos processos de orientação da construção das QSCs, áudios de apresentações das oficinas, cadernos de campo e atividades escritas realizadas em sala de aula.

1.3 As técnicas de produção e análise de dados

Delineamos a pesquisa no contexto de processos de formação dos professores/as em termos das proposições de Freire (2006) e da abordagem de QSC na perspectiva CTSA, os quais assumem um caráter de processo coletivo, dialógico e emancipatório.

Esses processos de formação, que contemplaram referenciais teóricos orientadores da pesquisa e da construção das QSCs, foram gravados, fotografados, filmados e registrados em caderno de campo. O processo de produção de dados contemplou a análise de documentos norteadores do curso de Pedagogia e a aplicação de uma sequência didática (SD) com base em QSC, na perspectiva CTSA e pedagogia freireana. No intuito de organizar uma intervenção clara e apropriada ao contexto de sua aplicação, a SD foi planejada considerando critérios de justificação de Méheut (2005), que incluem as dimensões: epistemológica, psicocognitiva e didática. Tendo em vista a valorização das especificidades socioculturais do contexto em que foi aplicada a QSC, incluímos ainda as dimensões axiológica e sociocultural. Os critérios de elaboração de QSCs, no contexto educacional, seguiram protocolos disponíveis na literatura (CONRADO; NUNES-NETO, 2015). Os instrumentos de ensino/pesquisa foram validados, antes da sua aplicação, pelo grupo de pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA-UFBA). Todos os participantes foram convidados a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B). No decorrer da disciplina, os/as estudantes foram elaborando, em grupos de trabalho, as SDs com base nos referenciais teóricos utilizados na

disciplina. Antes de iniciar a construção das SDs, os grupos foram a campo, com um roteiro de caracterização de problema local, o qual seria utilizado para identificar as Questões Sociocientíficas. Todos/as os/as envolvidos/as na pesquisa utilizaram o caderno de campo para registros de situações vivenciadas no âmbito da construção da SD. Considerando a ausência de tempo hábil durante o semestre para a aplicação da SD produzida pelos/as estudantes na escola, utilizamos a ferramenta do script descritivo, no qual eles/as tiveram que descrever detalhadamente como ensinariam os temas sociocientíficos encontrados na comunidade. A ideia de utilizar um script descritivo foi inspirada no trabalho de Marques (2017), na tentativa de nos aproximarmos de habilidades científicas e didático-pedagógicas adquiridas na disciplina de Ciências Naturais, na qual produzimos os dados da pesquisa.

Buscando compreender a apropriação dos licenciandos acerca das perspectivas teóricas adotadas, realizamos a análise de conteúdo das sequências didáticas, dos scripts descritivos, das entrevistas semiestruturadas, do caderno de campo e da apresentação oral das sequências didáticas. Os dados coletados foram analisados a partir da Análise de Conteúdo de Bardin (1977). Na Análise de Conteúdo, o texto é um meio de manifestação do sujeito, sendo que o analista busca categorizá-lo, inferindo uma expressão que as represente. Para classificar os elementos em categorias identificamos o que eles têm em comum e, em seguida, os agrupamos (CAREGNATO; MUTTI, 2006). Utilizamos a análise de conteúdo para o tratamento dos dados coletados. Pode-se dizer que a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de exploração de documentos, que procura identificar os principais conceitos ou os principais temas abordados em um determinado texto (BARDIN, 1977). Na Análise de Conteúdo, “o texto é considerado como um meio de expressão do sujeito, sendo que o analista buscará meios de interpreta-lo e categorizá-lo, inferindo uma expressão (unidade) que represente as palavras ou frases do texto” (CAREGNATO; MUTTI, 2006, p. 682). Segundo os autores, para classificar os elementos em categorias, identificamos o que eles têm em comum e, em seguida os agrupamos. Optamos pela vertente qualitativa da análise de conteúdo. Nessa abordagem, se “considera a presença ou a ausência de uma dada característica de conteúdo ou conjunto de características num determinado fragmento da mensagem” (CAREGNATO; MUTTI, 2006, p. 681).

A técnica de AC compõe-se, segundo Bardin (1977), de três grandes etapas: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados e interpretação. A primeira fase é a organização dos dados obtidos, através de: leitura flutuante, escolha dos documentos, formulação de hipóteses e elaboração de indicadores. Na segunda etapa, exploramos o material, produzido, buscando identificar falas significativas de acordo com as categorias adotadas.

Fazemos esta análise também nos cadernos de campo e transcrições de entrevistas (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011).

Na última etapa, fizemos a categorização do material, “que consiste na classificação dos elementos segundo suas semelhanças e por diferenciação, com posterior reagrupamento, em função de características comuns” (CAREGNATO; MUTTI, 2006, p. 683). Este processo compreende o tratamento dos resultados, inferência e interpretação dos mesmos. No quadro 02 abaixo, buscamos resumir o processo de desenvolvimento da pesquisa, para que fique mais claro para o leitor os procedimentos e estratégias adotados.

Quadro 02. Estratégias de pesquisa utilizadas nesta investigação.

Objetivo geral de pesquisa: Analisar as contribuições da convergência da abordagem de Questões Sociocientíficas sob o enfoque CTSA e a pedagogia freireana para formação de professores/as de Ciências para os anos iniciais.		
CAPÍTULOS	FORMAS DE COLETA DE DADOS	OBJETIVOS DE PESQUISA
Capítulo Teórico	<p>Pesquisa exploratória</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Levantamento de artigos da área de Ensino de Ciências, perspectiva CTSA e pedagogia freireana. ✓ Base de dados: -Scientific Electronic Library Online- Scielo -SCOPUS -Dissertações e Teses Palavras-chave: CTS, CTSA, questões sociocientíficas, ensino de Ciências, pedagogia freireana. 	<p>(a) Estabelecer relações teórico-metodológicas entre as Questões Sociocientíficas e a perspectiva de Paulo Freire;</p>
Capítulo de discussão de dados	<p>Pesquisa empírica</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Questionário ✓ Script descritivo inicial e final ✓ Diários dos alunos ✓ Cadernos de campo da pesquisadora ✓ Gravação das aulas 	<p>(b) Avaliar elementos das relações CTSA mobilizados pelos/as licenciandos/as;</p> <p>(c) Analisar pressupostos da abordagem pedagógica freireana na construção de SDs pelos/as licenciandos/as;</p> <p>(d) Analisar o desenvolvimento do pensamento crítico pelos/as licenciandos/as no processo de construção das SD com o uso das questões sociocientíficas na Educação CTSA em convergência com a abordagem pedagógica freireana;</p> <p>(e) Avaliar a presença de intenções para ações sociopolíticas no processo de construção de SDs pelos/as licenciandos/as;</p> <p>(f) Identificar e discutir os limites e possibilidades encontradas pelos/as licenciandos/as na construção das QSCs, a partir da tentativa de convergência dos pressupostos teóricos estudados.</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

CAPITULO II

DIÁLOGOS ENTRE A ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS SOB O ENFOQUE CTSA E A PEDAGOGIA FREIREANA NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

2.0 Introdução

Toda a inspiração freireana pensada no âmbito da politização dos educandos parte do princípio de que os homens e mulheres devem compreender a sua realidade para, em seguida, modificá-la. Freire (1967) pensava em uma alfabetização ligada à democratização da cultura. Nesse processo, o homem⁶ não era só paciente, recebedor de regras e palavras, mas era ser constituinte do processo. Todo o sentido da palavra deveria, assim, fazer-se em contato com aqueles que a utilizavam em seu contexto, que partisse de questões existenciais dos grupos, levando o homem a refletir sobre a sua vocação ontológica em ser sujeito, e não massa. O mesmo autor esclarece ainda que

Pensávamos numa alfabetização que fosse em si um ato de criação, capaz de desencadear outros atos criadores. Numa alfabetização em que o homem, porque não fosse seu paciente, seu objeto, desenvolvesse a impaciência, a vivacidade, característica dos estados de procura, de invenção e reivindicação (FREIRE, 1967, p. 104).

O indivíduo precisa descobrir-se como fazedor do mundo de cultura e serem vistos (a) como criadores e transformadores do contexto. No livro *Educação como Prática da Liberdade*, Freire mostra como, após as discussões sobre o conceito antropológico de cultura, foi possível a construção da consciência máxima possível dos educandos, como podemos observar nas seguintes frases: “Faço sapatos”, disse outro, “e descobro agora que tenho o mesmo valor do doutor que faz livros” (FREIRE, 1967, p. 107).

Somente a partir da transição de uma consciência real efetiva para a consciência máxima possível, seria viável romper com a inexperiência democrática que assolava o povo em decorrência das contradições políticas vivenciadas; só através da formação de indivíduos que pudessem questionar e participar das decisões políticas, seria possível evitar a sua massificação. Segundo Freire (1985, p. 30), “a consciência máxima possível nasce da possibilidade de o oprimido contemplar, no sentido crítico, a sua obra, e como o produto do seu trabalho se distribui no processo social”. Já na consciência real efetiva, os homens se encontram limitados

⁶ Freire usa frequentemente o termo homem em sua obra para se referir a homens e mulheres, ou seja, em um sentido genérico.

na possibilidade de perceber mais além das situações-limite, se veem portanto, esmagados por determinantes históricas, intransponíveis. Assim, a construção do pensamento crítico, para Freire, perpassa pelo trabalho, que deve ser realizado com as pessoas para que elas entendam seu papel na sociedade e adquiram consciência de classe, da sua realidade existencial e da sua potencialidade em pensar o mundo e modificar as relações de opressão e desigualdade.

Freire avançou ao pensar em uma pedagogia que proporcionasse a compreensão e a intervenção crítica na realidade existencial dos indivíduos; teoria e prática, juntas, mostraram que a leitura do mundo precede a leitura da palavra. Na sociedade atual, visualizamos a necessidade de pensarmos em currículos que proporcionem aos indivíduos a compreensão crítica do seu próprio papel político e social. Faz-se necessário repensar o sentido e o objetivo da educação brasileira, não somente tendo em vista as suas necessidades socioculturais particulares, mas para nos aproximarmos do sentido que a educação deve ter para uma nação. A pedagogia freireana ressalta que a educação deve ter o papel de resgatar valores voltados para a emancipação humana, para a humanização. Este não é o propósito da elite opressora, uma vez que lhe interessa, enquanto classe historicamente dominante, manter as condições de reprodução da sociedade, mantendo os homens e mulheres na desesperança em mudar as suas condições de vida (FREIRE, 1995). Nesse panorama, faz-se necessário no ensino de Ciências problematizar as relações existenciais que envolvem a realidade dos/as educandos/as, a fim de construir uma postura crítica com relação aos impactos e relações mútuas entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

A abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC), as quais são problemas controversos, que possuem uma dimensão científica, relação com tecnologia e impactos na sociedade e no ambiente, na perspectiva CTSA, pode ser um meio pelo qual poderemos alcançar níveis significativos de alfabetização científica, por meio da discussão de problemas locais e globais em sala de aula. Para Hodson (2004), o currículo para o letramento científico crítico (LCC) pode ser alcançado a partir de quatro níveis, a saber: Nível 1: Reconhecer as múltiplas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, vendo-as como construção social e passível de interesses. Nível 2: Entender que a atividade científica é envolvida por interesses e jogos de poder. Nível 3: Reconhecer a importância da participação pública nas decisões que envolvem CT, tendo em vista a adoção de posicionamento crítico frente ao problema. Nível 4: Superar o *status quo* da ciência e da tecnologia, por meio do desenvolvimento de ações sociopolíticas, tendo em vista o alcance de espaços democráticos e justos do ponto de vista socioambiental. Pretendemos alcançar, em algum grau, estes níveis de alfabetização, tendo em vista a

necessidade do enfrentamento dos problemas socioambientais endossados pelos avanços científicos e tecnológicos.

A abordagem de QSC permite a articulação de dimensões da ciência, da tecnologia, da sociedade e do ambiente, e seus condicionantes políticos, sociais, ambientais, econômicos e ideológicos. Ao mobilizar tais dimensões, espera-se que o indivíduo construa uma visão crítica sobre os impactos de C e T na sua vida e no meio em que vive. Dessa forma, o ensino de Ciências, quando realizado tendo como base princípios teóricos que levem em conta a formação científica, moral e ética dos estudantes, pode permitir avanços no sentido de superar o ensino tradicional e conteudista que muitas vezes é predominante nos espaços educativos em detrimento de reflexões mais amplas relacionadas a aspectos políticos e socioambientais que são vivenciados. Além disso, ao utilizar as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA) dos conteúdos, buscamos garantir que os alunos alcancem uma formação de conceitos relacionados a disciplinas envolvidas, como também de valores e atitudes. Dessa forma, o uso de QSC na perspectiva CTSA, aliado à pedagogia freireana, poderá fornecer contribuições pedagógicas, didáticas, éticas e epistemológicas para a formação de professores/as na perspectiva crítica, reflexiva e humanística.

Nesta perspectiva, o objetivo deste capítulo é investigar as possíveis relações teóricas e metodológicas entre a abordagem de Questões Sociocientíficas na perspectiva CTSA e pedagogia freireana, bem como analisar as contribuições dessa união para a formação crítica e reflexiva de professores de Ciências dos anos iniciais.

2.1 QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA PERSPECTIVA CTSA: APONTAMENTOS PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Não é de hoje que falamos sobre um novo sentido para a educação em geral e para o ensino de Ciências. A renovação necessária no ensino de Ciências passa pela modificação do sentido da educação para os professores, alunos e para a própria escola. Dessa forma, vivenciamos, no contexto atual, a supervalorização da aprendizagem de conteúdos para a reprodução em provas e testes, o que caracteriza uma educação propedêutica e com objetivos puramente voltados para o capital, para a reprodução da estrutura de sociedade opressora e muitas vezes, despreocupada com a participação dos indivíduos nos assuntos que envolvem questões públicas envolvendo a ciência. Freire (1970) nos ensina que

Quanto mais analisamos a relação entre educador e educando, na escola, em qualquer de seus níveis, (ou fora dela), parece que mais nos podemos convencer de que estas relações apresentam um caráter especial e marcante - o de serem relações fundamentalmente narradoras, dissertativas. Narrações de conteúdos que, por isto mesmo, tendem a petrificar-se ou a fazer-se algo quase morto, sejam valores ou dimensões concretas da realidade. Narração ou dissertação que implica num sujeito - o narrador - e em objetos pacientes, ouvintes - os educandos. (FREIRE, 1970, p. 33).

Freire (1970), em uma análise sobre a educação bancária, critica as modalidades de ensino que não se preocupam com a formação humanística dos estudantes. Para isso, devemos nos preocupar em ensinar também, aos indivíduos, valores que lhes permitam entender a realidade em que vivem e intervir nela. O tornar-se humano, para Freire (1967, 1970), é sobretudo permitir aos indivíduos descobrir-se como seres capazes de provocar mudanças em suas histórias de vida e nas situações de opressão em que vivem. É superar a consciência real efetiva para alcançar a consciência máxima possível⁷, e permitir-se alcançar a vocação ontológica do homem em ser povo de direito e não massa. A educação bancária *coisifica* os homens e mulheres, segue a lei do capital, os estigmatiza. O objetivo é manter o *status quo*, é manter os oprimidos onde estão, nesta mesma condição.

Na educação científica, assistimos a tendências fortemente tecnicistas de ensino, nas quais há uma falta de comprometimento com as transformações socioambientais e como elas podem intervir na nossa vida na terra (ANDRADE; NUNES-NETO; ALMEIDA, 2018; HODSON, 2018; TORRES; SOLBES, 2018).

Ao nos preocuparmos em ensinar coisas, muitas vezes, nos esquecemos de ensinar as pessoas a pensar, por meio de uma educação ligada à vida, sobretudo à sua própria vida. Assim, é crucial um trabalho de formação em que os/as professores/as tenham consciência acerca do seu papel social, em uma sociedade marcada por conflitos socioambientais, “por demandas de mercado, os quais determinam estilos de vida, modos de pensar e formas de se relacionar com a natureza” (CARNIO; CARVALHO, 2013, p. 23). Segundo Angotti (2006), estamos em meio a tendências de ensino que demandam o desvelamento e a compreensão da complexidade. Acreditamos que, através do entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade, ambiente, incluindo as relações éticas da construção e da aplicação do conhecimento científico, poderemos avançar na construção de práticas de ensino mais envolvidas com a realidade existencial, local e global, bem como com a construção de indivíduos letrados

⁷ Freire (1987, p. 126) a partir de Goldman esclarece que, a consciência real efetiva é aquela em que “os homens se encontram limitados nas suas possibilidades de perceberem além das situações-limites, o que chamamos de inédito-viável”. A consciência máxima possível envolve a superação de obstáculos para vislumbrar possibilidades de transformação do mundo. Assim, as soluções de mudanças, que antes não eram vistas como possíveis, agora são vislumbradas pelos indivíduos (FREIRE, 1986). O conceito de inédito viável também é discutido por Freire (1987) o qual representa uma solução não percebida e ainda “inédita” para os indivíduos.

cientificamente (SANTOS; SILVA; SILVA, 2018; BENCZE et al., 2018; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013). O uso de QSC no contexto educacional, apesar de ter sido adotado desde a década de 1970 na Inglaterra para tratar controvérsias nas áreas de humanas, é novo no Brasil, conforme aponta (SANTOS, 2018). Segundo Silva (2016), nos anos 80, o uso de QSC começou a se intensificar no ensino devido ao desenvolvimento de pesquisas nos campos da genética, da biotecnologia e da engenharia genética, trazendo a necessidade de discutir aspectos relacionado a Bioética.

O uso de QSC possibilita por em prática um currículo preocupado com os desdobramentos dos problemas socioambientais na vida dos/as educandos/as, a partir da perspectiva CTSA (CONRADO, 2017; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; MERCHAN, 2014). O comprometimento da educação científica com as transformações sociais tem encontrado meios para a efetivação de práticas de ensino críticas e participativas, por meio do uso de Questões Sociocientíficas (QSCs), no Brasil (SANTOS, 2012; CARVALHO; CARVALHO, 2012; CONRADO, 2013; ANDRADE 2016; PAIVA, 2018), seja em outros países (ZEIDLER *et al.*, 2005; SADLER, 2011; REIS, 2013; HODSON, 2013; MARTÍNEZ PÉREZ, 2012; BENCZE; ALSOP, 2014).

As QSC, na perspectiva CTSA, têm sido empregadas no ensino de Ciências, permitindo a mobilização de conceitos e valores (CONRADO, 2013; ANDRADE *et al.*, 2016). Sobre a mobilização dos conteúdos escolares sob um ponto de vista bastante difundido atualmente, um modelo que nos ajuda a refletir a construção de estratégias visando à formação integral dos estudantes é discutido por Zabala (1998), para o qual os conteúdos podem ser organizados em três dimensões, a saber: conceitual, procedimental e atitudinal (CPA). Para Zabala e Arnau (2010), a organização curricular é baseada, muitas vezes, na divisão de disciplinas que tem gerado uma fragmentação do saber em vários campos científicos desconectados, o que tem contribuído para a construção de visões de mundo cada vez mais isoladas e lineares, sem as reflexões necessárias às condições de vida atuais. Conrado (2017) apresenta um modelo teórico de ensino baseado em QSC, numa perspectiva CTSA, em que alia o uso de QSC com dimensões CPA dos conteúdos.

Nesse sentido, tentamos aliar essa forma de uso de QSC na perspectiva da educação CTSA com a pedagogia de Paulo Freire, na medida em que as dimensões CPA possibilitam à QSC mobilizar conhecimentos de diferentes naturezas epistemológicas, valorizando a tomada de decisão socioambientalmente responsável e o pensamento complexo demandado pelos problemas sociais, assim como é de interesse de uma pedagogia que se assume freireana (ANDRADE, 2016). Acreditamos que aliar esses referenciais QSC/CTSA/FREIRE adotando

uma visão sobre as dimensões CPA dos conteúdos escolares pode ser uma estratégia interessante, inclusive para a melhor organização/explanação dos conteúdos no ensino a partir de um determinado tema, auxiliando os/as estudantes do ponto de vista metodológico e epistemológico. A tomada de decisão socioambientalmente responsável possui como premissa uma formação crítica e ética de cidadãos/ãs para práticas sociais, visando maior justiça social e sustentabilidade ambiental (CONRADO, 2017). Para avaliar e atuar de modo responsável sobre um problema sociocientífico, o indivíduo precisa analisá-lo considerando os conhecimentos científicos, locais e tradicionais, identificando suas controvérsias e interesses particulares que envolvem o tema, entender os valores éticos envolvidos, para ser o mais justo possível na sua decisão; dessa forma, o indivíduo precisa lançar um olhar complexo e sensível à sua realidade.

Somente no período pós-segunda guerra mundial, frente ao agravamento dos desastres ambientais, os/as estudiosos/as perceberem a importância de compreender as questões éticas, da qualidade de vida e da participação popular nas decisões públicas envolvendo as produções científicas e tecnológicas. Assim, passou-se a questionar o papel do conhecimento científico frente às transformações geradas pela tecnologia e os efeitos socioambientais (SANTOS, 2007). Atualmente, esse raciocínio é ainda mais necessário, tendo em vista os problemas socioambientais que estamos enfrentando, os quais envolvem sempre dimensões C e T. Segundo Carnio e Carvalho (2013), mesmo a ciência e a tecnologia experimentando avanços em suas produções, percebeu-se que esses avanços nem sempre eram capazes de proporcionar qualidade de vida a todas as parcelas da população; começou, então, a cair por terra a visão linear de que ciência e tecnologia, sempre trariam bem-estar social e de que era preciso estar atentos para as suas descobertas e aplicabilidades, avaliando seus riscos. As inovações da ciência e da tecnologia, em sua maioria, eram acompanhadas pela falácia de que era possível superar as necessidades básicas de sobrevivência de todos; no entanto, continuou-se observando a existência de problemas estruturais básicos como a fome e a desigualdade social. É interessante notar que a própria Revolução Verde que levou para o campo tecnologias como os agrotóxicos, sementes transgênicas, grandes máquinas, mecanizando esse espaço, foi justificada pelo ideal de acabar com a fome no período pós-guerra; mas, no entanto, o que se observou foi o aumento das desigualdades sociais, dada pela expropriação dos agricultores do seu trabalho, e a transformação do alimento em mercadoria. Percebe-se dessa forma que o problema da fome envolve questões políticas e éticas, e não necessariamente de disponibilidade de alimentos (BOFF, 2012).

Portanto, vale ressaltar que, muitas vezes, as transformações vindas pela ciência e pela tecnologia podem aumentar a expectativa de vida de determinado público, atendendo a

determinadas parcelas da população, e não de outras, causando um aumento da desigualdade social, ao invés de promover a igualdade, traduzindo-se em um avanço excludente, na medida em que amplia as diferenças sociais. Essa visão linear de C-T-S-A tem sido cada vez mais questionada na atualidade, através do questionamento do uso, por exemplo, de agrotóxicos, dos transgênicos, o impacto do lixo na biosfera, dentre outras problemáticas. Bazzo (2019) salienta que, é preciso voltar a formação de indivíduos que sejam capazes de avaliar os impactos de C e T na sociedade e no ambiente, compartilhando um projeto em que ética e democracia andem juntas, em prol de um ambiente equilibrado.

A população começa a questionar a visão linear de desenvolvimento entre C-T-S-A, a qual defende que ciência e tecnologia sempre trariam bem-estar social, no período pós-guerra (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS, MORTIMER, 2002).

Após a segunda guerra mundial nos EUA, assumiu-se que a ciência havia contribuído significativamente para vencer a guerra, assim poderia, igualmente, servir para satisfazer as necessidades da defesa nacional, do crescimento econômico e da melhora das condições de vida dos cidadãos. Não só nos EUA, mas também na Europa, difundiu-se a ideia de que se a ciência havia sido decisiva para a vitória das tropas aliadas, também seria um fator determinante na competição econômica internacional e na luta política entre os modelos capitalista e comunista. Estava implícito, nesse relatório, o surgimento da “era dourada” para a ciência, considerando os abundantes recursos públicos disponíveis para a investigação científica (AULER, 2002, p. 25)

Segundo Auler (2002, p. 37) “O prestígio adquirido pela comunidade científica, com o projeto Manhattan e a bomba atômica, contribuiu para que se estabelecesse um ‘contrato’ entre a comunidade científica e a sociedade, intermediada pelo Estado”. Quando ciência, tecnologia e indústria se aliaram, passou-se a se disseminar o discurso determinista de interdependência entre tecnologia e progresso. Segundo Auler (2002, p.34):

Em relação à apropriação privada do conhecimento científico-tecnológico, é ilustrador o artigo “A vampiriza cão mercantil”, de Watrde (2001), o qual discute o fato de, em novembro de 1998, a Universidade da Califórnia, Berkeley, fechou um acordo com a empresa suíça Novartis: uma doação de 25 milhões de dólares foi concedido ao Departamento de Microbiologia. Como contrapartida, a potência suíça da farmácia - biotecnologia, recebeu, dessa universidade pública, o direito de se apropriar' de até um terço 'das “descobertas” feitas pelos pesquisadores do departamento, assim como a concessão de negociar patentes das invenções decorrentes das pesquisas. Além disso, a Universidade concedeu à Novartis o controle de duas das cinco cadeiras da Comissão de Pesquisa do Departamento.

A Revolução Verde, após a segunda guerra mundial, sob o pretexto de superar a fome, gerou sementes modificadas e mecanização do campo, causando uma série de desdobramentos na agricultura, na sociedade e no ambiente (ANDRADE, 2016). Assim, sob o ideal de aliar progresso e tecnologia, a Revolução Verde foi posta em prática em todo o mundo, fomentando atualmente o modelo de produção de alimentos pautado no agronegócio, o qual depende do

monocultivo de grandes latifúndios e do uso de agrotóxicos, gerando impactos sociais como concentração de renda, dependência do emprego do veneno, êxodo rural e grandes lucros para as multinacionais produtoras de transgênicos e agrotóxicos (ANDRADE, 2016). Observamos que a resolução do problema da fome não passa somente por inovações tecnológicas, não basta otimizar a produção investindo em biotecnologia, mas é preciso pensar em distribuição de alimentos, pensar no alimento como fonte de vida a que todos têm direito, sem exceção. À época, as tecnologias que foram importadas dos Estados Unidos foram utilizadas, mas, sem pensar nos desdobramentos que ela poderia ter na sociedade, interessava apenas que esta geraria progresso. Nesse sentido, pensou-se apenas em uma resolução técnica, que não incluía medidas sociais e culturais, “é mover-se em um terreno ilusório” (PACEY, 1990 citado por AULER, 2002, p. 23).

Assim, como Rachel Carson chamou atenção, nos anos 1960, contra o uso do DDT, o modelo de produção de alimentos baseado na monocultura e no uso de agrotóxicos vem sendo alvo de críticas e protestos de boa parte da sociedade, à medida que observamos a ocorrência de doenças relacionadas ao uso dos agrotóxicos, o que vem sendo apresentado como um problema de saúde pública, principalmente nos países em desenvolvimento que possuem a sua economia baseada no agronegócio, como é o caso do Brasil (ARAÚJO *et al.*, 2007). Os desdobramentos na biosfera deste modelo de agricultura são alarmantes; a temperatura da terra tem aumentado, estamos perdendo biodiversidade, as abelhas – organismos tão importantes na manutenção da qualidade e na quantidade de alimentos, estão morrendo, em nome de um modelo de agricultura e agropecuária devastador, que ainda nos coloca em condições de risco potencial para o surgimento de novas pandemias e agravamento de epidemias (MARQUES, 2020).

Santos (2007) e Auler (2007) defendem que os objetivos do currículo CTS devem ser pautados na formação ética, de compromisso social, de respeito às opiniões diversas, tornando-os capazes de refletir sobre os impactos do capitalismo em suas vidas, entendendo a natureza da ciência e do trabalho científico, considerando a sua historicidade. Segundo Freire (1996, p. 130): “o progresso científico e tecnológico que não responde fundamentalmente aos interesses humanos, às necessidades de nossa existência, perdem, para mim, sua significação”.

A todo avanço tecnológico haveria de corresponder o empenho real de resposta imediata a qualquer desafio que pusesse em risco a alegria de viver dos homens e das mulheres. A uma tecnologia que ameaça a milhares de mulheres e homens de perder seu trabalho deveria corresponder outro avanço tecnológico que estivesse a serviço do atendimento das vítimas do progresso anterior (FREIRE, 1996, p. 130).

Assim, o autor chama a atenção para os aspectos éticos do progresso da ciência e da tecnologia, pondo estas mudanças a serviço dos seres humanos, para que não levem milhares de pessoas à desesperança, salientando situações de desigualdade.

A ciência e a tecnologia oferecem contribuições à humanidade (e.g., a teoria da evolução, os avanços técnicos que permitem comunicação a grandes distâncias etc.). No entanto, podemos observar distorções vindas da própria ciência e tecnologia, principalmente, se fizermos uma análise histórica (e.g. a eugenia, a bomba atômica etc.) (ANDRADE, 2016, p. 72).

A publicação do livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, em 1962, no qual a autora chama a atenção para os problemas trazidos pelo inseticida Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), na cadeia alimentar se acumulando nos tecidos adiposos de homens e animais, podendo causar problemas sérios de saúde, e o livro *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de Thomas Kuhn, publicado também em 1962, aprofundaram os debates sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, contribuindo para que CT fossem deslocadas para o campo do debate político, chamando a atenção para a necessidade de debates envolvendo a dimensão social da ciência (AULER; BAZZO, 2001; AULER, 2002). Esse contexto ajudou inclusive os movimentos ambientalistas a se fortalecerem diante dos problemas socioambientais.

A abordagem CTSA vem contribuindo com valores que podem nos ajudar a questionar a lógica capitalista que vem influenciando a ciência e a tecnologia, contribuindo para a não-naturalização das mazelas sociais e ambientais produzidas pelo capitalismo. Assim, busca fazer ciência e refletir sobre seus impactos, questionando mitos historicamente estabelecidos que nos levam a ter verdadeira fé na ciência e na tecnologia quanto à resolução de problemas da humanidade (HODSON, 2004).

Uma importante contribuição que é realizada no ensino de Ciências é a reflexão sobre o caráter provisório do conhecimento produzido pela ciência, o que possibilita analisar as aplicações da ciência, levando em conta as controvérsias dos especialistas, a existência de crises e limitações destes conhecimentos (CARNIO; CARVALHO, 2013).

Para Cerezo (1998), um ensino segundo a perspectiva CTSA deve

[...] apresentar a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo, mas sim como um processo ou produto inerentemente social em que os elementos não técnicos (por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo em sua gênese e consolidação (p. 44).

Conhecendo a provisoriedade do conhecimento científico, os cientistas trabalham com a perspectiva de superação contínua do conhecimento produzido, o que caracteriza a concepção

de “avanço” científico. Portanto, é importante estarmos atentos para as modificações trazidas pela junção entre ciência, tecnologia e capital, e para discursos que não se preocupam em compreender com profundidade seus impactos na sociedade.

As QSC têm se apresentado como uma possibilidade de por em prática um ensino mediatizado pelas questões que envolvem ciência e tecnologia na atualidade, por meio da discussão sobre as relações CTSA, que envolvem a natureza da ciência, aspectos éticos, históricos e políticos que envolvem a produção da ciência. Segundo Ratcliffe e Grace (2003), as QSC são baseadas na ciência, possuem ampla divulgação nos meios de comunicação, incidem sobre elas opiniões controversas, possuem desdobramentos locais e globais, apresentam relação com a sociedade e o ambiente e abordam valores éticos e morais. Questões como a clonagem, a manipulação de células-tronco, os transgênicos, o uso de biocombustíveis, a fertilização *in vitro*, o uso de drogas, o declínio de polinização por abelhas, o uso de agrotóxicos, a alimentação saudável, a manipulação do genoma de seres vivos, o rompimento de barragens, as pandemias e o desmatamento são exemplos de QSC (MARTÍNEZ-PÉREZ; CARVALHO, 2012).

Para que o uso de QSC no contexto da educação CTSA de fato cumpra com seus objetivos formativos, faz-se necessário planejar os objetivos de aprendizagem que se pretende alcançar, fundamentos e recursos didáticos com vistas a uma formação integral e crítica (CONRADO, 2017).

Para que a mudança que queremos alcance os espaços escolares, precisamos nos preocupar com a divulgação e co-construção junto à educação básica, para que possamos de fato almejar uma perspectiva de mudança dos atuais padrões de ensino e aprendizado de Ciências nas escolas.

Formar o professor para atuar criticamente, envolve desde a compreensão do seu papel na sociedade, a sua participação na definição de estratégias de ensino, de problemáticas, do que ensinar e para que ensinar (MARTÍNEZ-PÉREZ; CARVALHO, 2012), por isso, se faz tão relevante, na formação dos licenciandos, o olhar crítico sobre o currículo e sobre as potencialidades dos problemas do contexto para a formação reflexiva dos mesmos. A relevância dos temas que tratam das relações entre C-T-S-A é incontestável no contexto socioambiental atual, marcado pelo domínio da economia sobre a política e por uma política orientada por valores éticos e morais individualistas, o que tem um efeito devastador para a vida no planeta (BOFF, 2012). O professor de Ciências precisa compreender qual deve ser o seu papel nessa dinâmica sociopolítica na qual uma visão crítica da ciência e da tecnologia pode ser capaz de gerar posicionamentos e ações frente a problemas socioambientais atuais. Pesquisas indicam

que os professores de Ciências encontram dificuldades em abordar questões relativas a poder e raciocínio ético, devido à maneira como a ciência vem sendo apresentada à sociedade, como neutra e destituída de valores (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2010; SANTOS; SILVA; SILVA, 2018). Por conta de problemas curriculares e em sua formação, os professores tornam-se vítimas desse processo de compreensão da natureza controversa e das relações de poder e interesses particulares que permeiam o universo da ciência e da tecnologia. Dessa forma, dificilmente são realizadas atividades pedagógicas que se preocupam em apresentar aos estudantes os usos e abusos da ciência e da tecnologia; ainda, esta concepção afasta os homens e mulheres comuns da atividade científica (PEDRETTI, 2006; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012). A ciência, assim, permanece intocável, ou seja, sem que se questione a atividade científica para a manutenção do *status quo*, que mantém também as desigualdades sociais.

Segundo Martínez-Pérez (2012), os/as professores/as de Ciências, na maioria das vezes, são formados em áreas específicas do conhecimento e não possuem, em sua formação, espaços de discussão de aspectos éticos, políticos, econômicos relacionados aos avanços científicos e tecnológicos. No curso de Pedagogia, a formação polivalente, quando realizada sem o devido aprofundamento e conexão entre as áreas de conhecimento, pode dificultar ainda mais a formação crítica dos/as estudantes. Esse amplo campo de atuação compromete a formação do/a pedagogo/a como professor(a) polivalente para atuar na educação infantil e nos anos iniciais do ensino fundamental, corroborando os estudos de Gatti e Barreto (2009); Leite e Lima (2010) e Libâneo (2010). Para Pimenta *et al.*, (2017, p. 19), em pesquisa realizada no estado de São Paulo, “a formação dos/as pedagogos/as, em sua grande maioria, se mostra frágil, superficial, generalizante, sem foco na formação docente, fragmentada e dispersiva, devido a este caráter polivalente”. Ver a ciência e sua relação com tecnologia, sociedade e ambiente, em seus aspectos epistemológicos, políticos e ideológicos, torna-se mais uma barreira a ser superada na formação dos pedagogos, sobretudo, no que tange o ensino de Ciências, uma vez que construir uma concepção de ciência enquanto construção social, passível de erros e histórica, é essencial para a alfabetização científica. Pedretti *et al.*, (2006) esclarecem que os/as professores/as do ensino secundário são, muitas vezes, especializados/as e não têm antecedentes em sociologia, política, ética e economia, necessários ao debate com QSC na perspectiva CTSA. Para Acevedo *et al.*, (2008), os problemas a serem enfrentados pelos professores/as, para o trabalho a partir de CTS, envolvem a falta de preparo para trabalhar o tema, a ausência de materiais que auxiliem na construção de atividades e a superação de uma postura envolvida por crenças a respeito das relações CTS.

Segundo Pedretti *et al.*, (2006), muitos/as professores/as acreditam que a complexidade das questões sociocientíficas subestime o currículo e abra espaços para questionamentos sobre o papel do professor, em transmitir conhecimento científico. Dessa forma, o uso de QSC enfrenta, em seu processo de implementação, crenças acerca do papel do/a professor(a), o qual é visto pela grande maioria como sendo apenas transmissor de conhecimentos, o que precisa ser urgentemente ressignificado. Observa-se também questionamentos sobre quais práticas de ensino devem ser utilizadas e quais conteúdos são merecedores de serem discutidos no espaço da sala de aula, tendo em vista as necessidades formativas previstas no currículo formal. Os/as alunos/as também sentem a diferença do método de ensino baseado em QSC, como por exemplo o fato do/a professor (a) não ter uma resposta para um problema atual e não estar no controle da situação (PEDRETTI *et al.*, 2006). O uso de QSC contribui com uma outra forma de ler o mundo a partir de uma visão mais complexa sobre a realidade, unindo diferentes tipos de conhecimentos na busca pela solução e pela compreensão de problemas da atualidade. Além disso, pode contribuir para a construção de outras estratégias de ensino e aprendizagem, condizentes com uma postura crítica diante do currículo, podendo implementar diferentes formas de aprender e de ensinar. Segundo Pedretti (2006), a vida profissional dos/as professores/as é constituída através de histórias de vida e trocas de experiências no seu mundo de trabalho, em um processo constante de fazer e refazer a sua prática, refletindo sobre ela constantemente. Dessa forma, só através da experiência com outras maneiras de abordagem dos assuntos podemos aproximar os/as professores/as de tendências inovadoras, tornando-os mais autônomos com relação às ideologias arraigadas acerca do papel do/a professor(a) e do ensino de Ciências. Para isso, precisamos dar a devida atenção à formação inicial de professores, no sentido de propor momentos formativos que possibilitem a formação cidadã e científica, bem como nos aproximarmos do professor da educação básica, para efetivamente construir em diálogo, meios, estratégias e objetivos que, de fato, possam ser alcançados neste contexto.

Para Pedretti (2006), o sentimento de identidade pessoal ou profissional dos/as professores/as de Ciências se desenvolve, em parte, da sua aproximação com o conteúdo. O sentimento de que ele pode ser o único a estar trabalhando com a perspectiva teórica no seu contexto pode gerar determinado desconforto, se o mesmo não estiver totalmente “convencido” dos seus propósitos e objetivos de ensino.

Contudo, a compreensão das relações CTS não é suficiente para que esses assuntos sejam discutidos, uma vez que fatores contextuais, conforme supracitados, podem comprometer a implementação desta tendência de ensino (ACEVEDO *et al.*, 2008). Assim, não é surpreendente que, embora o ensino com base nos pressupostos supracitados tenha ganhado

força no contexto mundial, o progresso na prática ainda merece investimentos e atenção. Como desafios para o uso de QSC na perspectiva CTSA, Andrade (2016) e Martínez-Pérez (2012) citam: o currículo disciplinar, as condições do trabalho docente, que dificultam a apropriação e o aprofundamento da temática sociocientífica e o sistema burocrático da escola, que não abre mão das tradicionais formas de avaliação.

Em suma, precisamos pensar na implementação de práticas de ensino comprometidas com a formação de professores/as de Ciências, na busca pela superação de modelos de ensino e aprendizagem pautados apenas na formação conceitual dos/as alunos/as. Matthews (1995) sugere que, no ensino de Ciências, deve-se abarcar aspectos da história e da filosofia da ciência, para ajudar a “superar o mar de ausência de significados existentes nas salas de aulas de Ciências” (p.42).

Segundo Martínez-Pérez (2012, p. 72), outra crença que precisa ser superada na formação de professores/as é a “compreensão do progresso científico como sendo um esforço individual, construído por seres humanos especiais, com capacidades intelectuais superiores, favorecendo a elitização da produção do conhecimento científico”, o que contribui para afastar as pessoas comuns da ciência. Esta crença, fortemente enraizada, é reproduzida pelos livros didáticos, tornando a sala de aula um local onde há extrema propagação dessa visão elitista do cientista. Assim, a imagem do cientista é sempre um homem, vestido de branco, solitário, o que acaba por excluir outras identidades para esta profissão, o que se desdobra ainda em pouca participação pública das pessoas comuns em decisões que envolvem a ciência.

Segundo Martínez-Pérez (2012) e Maiztegui *et al.*, (2002), a tecnologia tem sido o aspecto das interações entre CTSA menos discutido pelos/as professores/as, condição dada pela visão clássica da tecnologia como ciência aplicada e, portanto, inferior e livre de valor. Contrariamente a essa tese, Fourez (1996, p. 23) cita a “anterioridade da máquina a vapor em relação às teorizações da termodinâmica - ciclo de Carnot, ou o uso da aspirina antes da compreensão de seu funcionamento”.

Para Bazzo, Pereira e von Linsingen (2000), a imagem de tecnologia como ciência aplicada faz com que os impactos produzidos pela ciência sejam transferidos à tecnologia. Assim, “concepções como neutralidade e universalidade, supostamente presentes na ciência, são transferidos à tecnologia”, conforme salienta (AULER, 2002, p. 23). Segundo Angotti (2006) existem fortes ligações entre CT, sendo a tecnologia mais próxima às competições do mercado, sendo muitas vezes voltada às necessidades da economia. No entanto, esta diferenciação vem sendo ressignificada, já que, em sua maioria, os avanços científicos dependem, de algum modo, de investimentos externos. Nesse contexto, o importante é que as

metas do mercado e os interesses dos pesquisadores não sejam destoantes e prezem pelo bem-estar social. Fourez (1995) considera que a diferença mais significativa entre Ciência e Tecnologia esteja relacionada a sua aplicação, assim, enquanto o laboratório é lugar da ciência, a sociedade é o campo de aplicação da tecnologia.

A tecnociência, que é a junção da ciência com a tecnologia, é cada vez mais comum no cenário mundial trazendo preocupações para alguns setores da sociedade quanto aos seus impactos socioambientais, quando ligada a interesses capitalistas (CUPANI, 2004). Nos dias atuais, ciência e tecnologia se encontram de maneira tão imbricadas, que é impossível estabelecer uma distinção entre elas, sendo, então, pertinente buscar compreender as interações entre ambas (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012).

As pessoas, muitas vezes, não fazem relação entre o que é produzido, defendido, legitimado pela ciência e pela tecnologia com interesses particulares que demandam a produção e o uso inapropriado e devastador dos recursos naturais, como afirmam Cachapuz *et al.*, (2005). Assim, precisamos ensinar nossos alunos a compreender criticamente o que as ciências produzem e por que produzem certas coisas e não outras, e por que atendem a determinados interesses e a outros não, preparando-os para construir uma imagem de ciência tal como ela se apresenta nos diferentes espaços.

Observamos, no contexto escolar, a descontextualização do ensino, enquanto o/a aluno/a que chega à escola vê o lixo acumulado na rua; sofre com doenças epidêmicas causadas pela falta de saneamento; vivencia a falta de água em suas casas; tem uma alimentação inadequada, em que predominam gorduras saturadas, sal e açúcar. O livro didático oferece uma visão fragmentada sobre esses problemas. Assim, quando falta água, o problema é da empresa que fornece água à população, e não uma decorrência do desmatamento em escala local e global (VISSICARO; FIGUEIRÔA, 2016). Da mesma maneira, as arboviroses nada teriam a ver com o desmatamento. As ações para combate da Dengue, Zika e Chykungunya são sempre pautadas nos indivíduos, ao invés de se pensar na falta de saneamento básico e no desequilíbrio ambiental capaz de acentuar surtos dessas doenças (GOMES, 2017). A falta de água é sempre culpa do banho demorado, não se questionando quem utiliza mais este recurso, como por exemplo, o avanço da fronteira agrícola, do agronegócio e da agropecuária a serviço de um consumismo que aparenta ser ilimitado (DETONI; DADONI; PADILHA, 2018). Segundo Freire (1996, p.45), “[...] faz parte do poder ideológico dominante a inculcação nos dominados da responsabilidade por sua situação”.

Assim, o ensino de Ciências deve se preocupar também em problematizar a realidade junto com as pessoas, para que estas possam compreender de maneira crítica o seu entorno e

serem capazes de intervir na realidade onde vivem, e compreender também como a ciência e a tecnologia podem influenciar suas ações, suas práticas. Assim, estaremos buscando superar o conceitualismo vazio que impera muitas vezes no ensino, aliando formação crítica e protagonismo socioambiental a partir de problemas do contexto dos indivíduos.

É claro que não devemos deixar de lado os conteúdos conceituais do ensino. No entanto, devemos problematizá-los, preenchê-los de significados. Segundo Freire (1967), a problematização promove o exercício de ação e reflexão, levando ao conceito de práxis, bem como à formação do pensamento crítico, possibilitando o questionamento das contradições sociais, levando ao desvelamento pelo oprimido de sua realidade opressora.

A exclusão social, a luta pelos direitos humanos e a conquista da melhora da qualidade de vida não podem ficar à margem dos currículos e, no momento, assumem uma importância cada vez mais evidente. Pela demanda de justiça social nos atuais parâmetros curriculares, muitas das temáticas vinculadas no ensino de Ciências são hoje consideradas “temas transversais”: educação ambiental, saúde, educação sexual. No entanto, a tradição escolar ainda determina que a responsabilidade do seu ensino recaia basicamente nas disciplinas científicas, principalmente a Biologia (KRASILCHIK, 2000, p. 89).

A concepção de currículos, voltados para a formação propedêutica, considera a escola como descarregada da sociedade. A tendência para a formação de futuros cientistas, no âmbito da guerra fria, “o lançamento pelos russos do *Sputnik*, supostamente simbolizando a superioridade tecnológica destes em relação aos americanos, representou o pano de fundo para a configuração dos grandes projetos curriculares, elaborados por renomados professores universitários” (AULER, 2007, p. 172). Com isso, a tendência conteudista e tecnicista nos currículos voltada para a formação de cientistas passou a ser uma meta na tentativa de vencer esta corrida científica e tecnológica.

Assim, a partir da abordagem de QSC na perspectiva CTSA com base na pedagogia freireana, buscamos também denunciar as contradições, visando superar a fragmentação das relações existentes entre o homem-mundo, por meio da contextualização entre CTSA. Este olhar para o todo pode permitir aos indivíduos perceber de maneira significativa a sua realidade, cuja análise crítica lhes possibilite reconhecer interações, movimentos e transgressões entre as suas partes (FREIRE, 1970).

O trabalho de formação de professores na perspectiva CTSA permite uma abordagem que ultrapassa a formação conceitual e o verbalismo vazio. Assim, podemos alcançar níveis de autonomia dos/as licenciandos/as perante ao currículo engessado da escola e em relação ao livro

didático, passando a ser visto como um apoio e não como um meio único do professor planejar e elaborar as suas aulas (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2010).

Constantemente, encontramos argumentos em torno de qual deve ser o objetivo da formação no ensino de Ciências, argumentos que são a favor da formação de cientistas para a formação para a cidadania. Consideramos que estes argumentos não deveriam ser em si antagônicos, mas complementares, ou seja, para se alcançar uma formação para ser cientista não deveria ficar de lado a formação cidadã. Segundo Vilches, Solbes e Gil-Pérez (2004), os/as professores/as não são os/as únicos/as culpados/as por uma crença de que a formação científica e a formação da cidadania são incompatíveis, uma vez que devemos levar em conta que os/as mesmos/as fazem parte de um sistema político e ideológico e ao mesmo tempo são frutos de processos de ensino e aprendizagem que construíram a sua identidade profissional. Segundo Martínez-Pérez (2012), ainda não foi abandonado o modelo de racionalidade tecnocrática que tem orientado a elaboração de currículos e materiais educativos, que na maior parte dos casos são realizados sem a participação dos/as professores/as, reduzindo seu papel ao de meros/as aplicadores /as de currículos, negando-lhes a posição de intelectuais críticos/as e transformadores/as. Esta nova concepção sobre o/a aluno/a e sua relação com o conhecimento científico permite o desenvolvimento de atitudes e valores, correspondendo ao entendimento da ciência como atividade cultural (MARTÍNEZ-PÉREZ; LOZANO, 2013).

Ainda, Martínez-Pérez e Lozano (2013) salientam que o trabalho com QSC permite mudanças no papel do aluno e do professor; este último passou a ser, então, um (a) construtor (a) de currículos, exigindo deste profissional a compreensão de pressupostos éticos, éticos, sociais e políticos da ciência e tecnologia, não lhe cabendo mais a atribuição apenas do caráter prático (de aplicação) do trabalho pedagógico, mas a construção e a idealização de propostas curriculares. Segundo Carnio e Carvalho (2013), o trabalho com QSC na perspectiva CTSA permite aos/às alunos/as considerarem a ciência como algo complexo e susceptível às determinações sociais, possibilitando a construção de uma concepção de ciência mais contextualizada, condizente com a formação da autonomia e criticidade.

Uma contribuição significativa do tratamento das QSC é a leitura mais humanística do campo científico que proporciona, trazendo sempre para discussão o papel do professor de Ciências em sala de aula, o papel do conteúdo na formação dos alunos e o modo dinâmico e contextualizado que este conteúdo deve ser trabalhado. Na discussão dessas temáticas controversas emergem aspectos éticos e morais que, ainda hoje, são reconhecidamente considerados tabus nas salas de Ciências, o que demanda um posicionamento muito mais crítico e participativo dos professores [...] (CARNIO; CARVALHO, 2013, p. 7).

Sabemos que o ensino de Ciências, a partir do trabalho com questões sociocientíficas em sala de aula, potencializa a participação dos/as alunos/as e promove a educação aberta e

crítica, que contribui para a educação do/a cidadão/ã (ANDRADE, 2016; PAIVA, 2018; CONRADO, 2017). Neste panorama, Martínez-Pérez e Lozano (2013) constataram que o tratamento de uma questão sociocientífica sobre transgênicos possibilitou a mobilização de importantes debates éticos, fomentando a formação para a cidadania, bem como a reflexão sobre temas polêmicos, ajudando os/as estudantes a se posicionarem criticamente. Merchán (2014) e Zeidler e Nichols (2009) e Jones *et al.*, (2012) afirmam que o uso de QSC possibilita a formação de pensamento crítico, ajudando alunos/as e professores/as a conhecerem os impactos da ciência na sociedade. Em suma, o uso de QSC no contexto educacional pode permitir a formação crítica, científica e humanística de professores/as de Ciências, a partir da compreensão e do engajamento com problemas locais, regionais e globais, contextualizados nas relações entre C-T-S-A, contribuindo para uma formação mais integral de pedagogos. A junção da abordagem de QSC na perspectiva CTSA pode permitir a construção de um olhar mais atento dos professores sobre o seu trabalho, sobre a ciência e a tecnologia, compreendendo a importância da problematização de temas locais para a formação cidadã e crítica dos estudantes, desconstruindo posturas que dificultam o olhar crítico sobre a realidade existencial.

2.2 CONSTRUÇÃO DE PENSAMENTO CRÍTICO E REFLEXIVO NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL LATINO-AMERICANO: POSSIBILIDADES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Das críticas às vertentes de Educação CTSA, enunciadas por Pedretti e Nazir (2010), algumas delas se referem aos diferentes valores e pontos de vista que interferem no modo como o professor irá atuar, considerando uma ou mais das seis vertentes colocadas pelas autoras. Justamente quando inserimos essas discussões considerando o contexto latino-americano, a interferência de elementos valorativos e aspectos políticos e culturais parece ser latente.

Porém, quando inserimos estas discussões, a partir do contexto latino-americano, a interferência de elementos valorativos parece ser inevitável, pois, lidamos com diferentes visões de mundo e consideramos os saberes construídos na realidade sociocultural e ambiental. As desigualdades, vivenciadas no contexto da América Latina e problematizadas no âmbito educacional pelo educador Paulo Freire, fortalecem a necessidade de discutir aspectos sociais e políticos pela escola (LOPES, 2014). Auler (2011) considera os pressupostos freireanos a favor da educação científica crítica e humanística, concebendo o ideal de participação como algo enraizado no continente latino-americano e no continente africano.

Segundo Lopes (2014),

Quando os alunos são levados a discutir os aspectos morais das QSC, fundem-se valores religiosos e epistemologias científicas. Assim, para a América Latina, parece que a influência é mais acentuada no fato de que muitas QSC, com potencial para serem tratadas nas escolas, fazem parte da vida dos estudantes, por isso, os aspectos morais dizem mais respeito às suas vivências. Para nós, este é um aspecto particular do tratamento das QSC na América Latina, que tem influência da investigação temática, de Paulo Freire (LOPES, 2014, p. 83).

A formação de professores a partir de QSC com base na perspectiva freireana, segundo Alves, Carvalho e Mion (2009), através de questões controversas, como, por exemplo, o aquecimento global e a questão energética, pode dar início ao processo de formação de pensamento crítico.

Segundo Lopes (2013), a América Latina vive sob uma colonização científico-tecnológica, como exemplo, os casos dos alimentos transgênicos, dos agrotóxicos, dos produtos manufaturados, como eletroportáteis. “Para a maioria desses produtos, o Brasil ainda fornece matéria-prima a custos baixos e paga um preço elevado pelas importações” (LOPES, 2013 p. 84). É preciso ter cuidado com esta transferência, pois não estamos incorporando apenas matéria-prima, mas também um sistema de valores, e isso sem a devida participação pública sobre estas decisões (AULER; DELIZOICOV, 2015). Neste cenário, “temos que refletir sobre os riscos que envolvem o consumo e aquisição desses produtos, uma vez que a população é informada de forma tendenciosa, pela mídia, e é pouco envolvida nas decisões científicas e tecnológicas” (LOPES, 2013, p.84). Precisamos, portanto, entender os interesses que envolvem essas produções e aquisições em nosso contexto, pois estas não são neutras e favorecem a determinados grupos sociais, estes em sua maioria não são grupos minoritários, mas hegemônicos e portanto, atendem a interesses que podem ser muito divergentes entre si (AULER, 2002).

Uma discussão que é latente nesse contexto de produção de aparatos científicos e tecnológicos é sobre o bom ou mal uso destes. Nesse sentido, não podemos assumir que a ciência é boa ou má, dependendo de quem a utiliza. Assim, ao analisar o problema do uso de agrotóxicos, veríamos que, em todos os aspectos relacionados ao seu uso, há impactos na sociedade e no ambiente, embora para alguns grupos sociais, em detrimento de benefícios econômicos, seja pertinente defender o seu uso. Se conferimos a quem aplica a responsabilidade de ser boa ou má, podemos estar considerando apenas a tecnologia como culpada, e nesse caso, a ciência neutra. Da mesma maneira, observamos a utilização dos produtos transgênicos, e nos perguntamos, a quem serve esta ciência e tecnologia? Sob a justificativa dos discursos que legitimam o seu uso, o principal argumento utilizado em sua defesa é de que somente através dessa forma de união entre a ciência, a tecnologia e a agricultura, poderemos alimentar o

mundo. Por outro lado, o que observamos é um aumento de índices de contaminação e desigualdade na distribuição de alimentos, nos fazendo pensar que o problema não seria em somente a produção, mas a distribuição igualitária dos alimentos. É importante também problematizar a produção de alimentos, uma vez que, considerando dados da ecologia, a quantidade de grãos, que produzimos no Brasil, se não fosse destinada ao gado, poderia alimentar muito mais gente do que hoje alimenta através da carne. Ou seja, um caminho possível é não haver produção para o gado, aumentando a possibilidade de alimentarmos pessoas. Segundo Caporal e Costabeber (2015), a agricultura familiar é responsável por alimentar o Brasil, enquanto que o agronegócio, se preocupa primeiramente, em produzir commodities para exportação. Para a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) 80% por cento dos alimentos consumidos no planeta, vem da agricultura familiar (FAO, 2019). Esta produção, também precisa ser problematizada no sentido de aliar práticas ecológicas mais sustentáveis, como a agrofloresta, sob ideais da agroecologia, as quais possuem como premissas e valores, alimentar as pessoas, neste contexto, o alimento é visto como enquanto essencial à vida, e não apenas mercadoria, como acontece no agronegócio. Fazendo-se portanto, necessária, o debate sobre a função destes sistemas de produção de alimentos, quem se deseja alimentar e de que forma?

Para Auler (2002, p. 23), “a apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) não ocorre de forma equitativa”. São o sistema político e os interesses econômicos hegemônicos que definem como ele será utilizado. Uma visão não neutra da ciência vai questionar a vulnerabilidade de determinados grupos sociais a alimentos transgênicos e com agrotóxicos, ainda que estes até então passassem fome, eles têm o direito à alimentação segura e de qualidade. Devemos, portanto, reivindicar a socialização de alimentos orgânicos para todos, por meio de modelos agrícolas mais sustentáveis, como a agroecologia. Assim, fica claro que os projetos que envolvem o uso de CT não atendem a qualquer projeto de sociedade, nem sempre compartilham de valores democráticos ou de solidariedade, por isso é necessária a análise ampla destas produções e de seus desdobramentos. Para Dagnino (2010, p. 34): “discutir apenas a dimensão do uso da CT faz com que a sua produção, que envolve condicionantes econômicas e políticas, continue sendo vista como livre de valores”.

Lacey (2003) traz como exemplo o caso dos transgênicos, como iniciativa que foi pensada a partir de pressupostos e interesses privados, os quais podem impactar de maneira negativa a sociedade e particularmente na agricultura.

No contexto brasileiro, nos deparamos com problemas que envolvem ciência e tecnologia, os quais nos impactam de maneira diferenciada, devido às condições de vida

desiguais da população. Os problemas que mais assolam a sociedade brasileira englobam a ausência de saneamento básico, implantação de usinas hidrelétricas em regiões indígenas, a gestão da água em municípios agrícolas, a poluição hídrica (SANTOS *et al.*, 2018), a gestão de resíduos sólidos, o uso de agrotóxicos (ANDRADE, 2016), o declínio de espécies polinizadoras, como afirmam Steffan-Dewenter, Potts e Packer (2005) e Conrado *et al.*, (2018), o desmatamento, as doenças metabólicas, a insegurança alimentar, o lixo eletrônico, as epidemias de arboviroses, entre tantos outros problemas.

O uso de agrotóxicos no Brasil se inclui perfeitamente como problema gerado pela ciência e tecnologia, pois, quando comprometido com interesses particulares, pode trazer efeitos socioambientais devastadores. Esse problema envolve interesses científicos, tecnológicos e econômicos em detrimento da saúde e bem-estar da população (CAPORAL; AZEVEDO, 2011; ALTIERI; NICHOLLS, 2000; ANDRADE, 2016).

Observamos que o uso de sementes transgênicas está dependente do uso de agrotóxicos, apoiados pela ciência e tecnologia, permitindo a implantação desse *lobby* (LONDRES, 2011). Por outro lado, parte da ciência tem se empenhado, através de estudos científicos para compreender os impactos dos agrotóxicos na sociedade e no ambiente, o que tem servido para chamar a atenção da comunidade científica sobre a sua responsabilidade diante dos aparatos que são produzidos por ela (PERES, 1999; ANDRADE, 2016).

Esse tema pode ser trabalhado no formato de uma Questão Sociocientífica. Segundo Andrade *et al.*, (2016), o tema agrotóxicos, trabalhado no contexto educacional a partir de QSC, possibilitou a aproximação do conteúdo abordado em sala de aula à realidade dos/as estudantes, contribuindo para o reconhecimento de relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e para a análise de valores morais envolvidos na temática.

O tema agrotóxicos é controverso, envolve opiniões a favor do seu uso, tendo em vista a necessidade de produção de alimentos para atender às demandas da população atual e as possibilidades de lucro, e envolve opiniões que chamam a atenção sobre os riscos de contaminação socioambiental. Por envolver diferentes interesses, há uma falta de reconhecimento, pelos diversos setores da sociedade, sobre os prejuízos que os agrotóxicos podem causar. Não sendo livre de valores, a ciência participa desse confronto de opiniões, dando espaço para as mais variadas dúvidas em relação aos efeitos do produto.

Os impactos sociais no campo, trazidos pela modernização da agricultura, levaram ao esvaziamento deste espaço; além disso, as culturas agrícolas muitas vezes não são capazes de gerar o lucro necessário para o pagamento das pessoas que trabalham e que se sustentam na agricultura local. Assim, muitas vezes, os/as agricultores/as são rendidos/as por tecnologias que

facilitam o seu trabalho no campo e diminuem sua despesa com o pagamento de terceiros/as. O problema do uso de agrotóxicos, então, envolve outros problemas como os transgênicos, agronegócio, problemas de saúde, socioambientais, que têm impactado o cenário ambiental brasileiro, sendo promissora a sua discussão nos currículos de Ciências Naturais.

Segundo Auler e Delizoicov (2015), para o Pensamento Latino-Americano de Educação CTS (PLACTS), se faz necessária uma agenda de pesquisa capaz dar a devida atenção aos problemas sociocientíficos locais, os quais historicamente têm sua existência negada para boa parte da sociedade. A didatização desses problemas tem potencial para articular a formação integral dos alunos, a partir da problematização da realidade existencial (CONRADO; 2017; ANDRADE; 2016; TORRES; SOLBES, 2018; HODSON, 2018).

Freire trabalha dimensões bastante inéditas, no campo educacional, não se dedica a aprofundar o campo da ciência tecnologia campo que, constitui o foco do PLACTS que, por outro lado, está um tanto afastado do campo educacional. Constituem pressupostos comuns, visto que em ambos postula-se a superação da separação entre concepção e execução. Na concepção educacional bancária, foco principal da crítica de Freire, alguns concebem o currículo, outros o executam. No campo da ciência-tecnologia (CT), executa-se, no contexto latino-americano, segundo os representantes do PLACTS, uma agenda de pesquisa concebida no Hemisfério Norte. (AULER; DELIZOICOV, 2015, p. 43).

No entanto, é importante ressaltar que, ainda que se tenha uma agenda de pesquisa que contemple as questões locais, é preciso observar a serviço de quem esta agenda está sendo posta em prática, bem como a preparação dos/as professores/as em organizar o ensino a partir desta perspectiva.

Conforme supracitado, no Brasil e na América Latina como um todo, temos demandas e problemas que nos possibilitam discutir as relações CTSA, bem como as contradições e condições de vida da população em geral. Freire (1996) nos ensina a enfrentar visões deterministas ou fatalistas que constantemente tentam nos convencer de que as coisas “*são*” e não “*estão*”, negando a historicidade dos processos que envolvem a vida. Assim, são argumentos favoráveis a essa tendência a ideia de que “a fome é uma fatalidade do século” ou de que “é preciso agrotóxicos e transgênicos para alimentar a humanidade” ou de que “o desemprego é algo inevitável”. Pensando no contexto científico e tecnológico atual, visualizamos essa tendência a negar a historicidade das interações entre C-T-S-A, a partir desse viés fatalista, determinista, quando, por exemplo, observamos argumentos como “o mosquito transgênico é a solução para o controle do mosquito transmissor da dengue”, “o agronegócio alimenta o brasil”, “para solucionar o problema das arboviroses, bastam a conscientização e ação individual”. Questionar tais posições nos permite superar uma consciência real efetiva dos problemas que envolvem ciência e tecnologia (AULER; DELIZOICOV, 2015). Nesse sentido,

precisamos superar essas visões fatalistas, características de uma consciência ingênua, para que possamos superar situações-limite condicionadas pela crença nesses mitos. Nesse panorama, a formação de professores/as de Ciências em uma perspectiva integral poderá permitir a problematização de tais situações-limite, em busca do alcance de uma consciência máxima possível, levando para dentro da escola a indignação, por meio do desvelamento das condições de opressão, através do debate de questões sociocientíficas locais.

Pensar na formação de professores/as é se abrir para um universo de influências que condicionam a prática docente, uma vez que a escola é um organismo vivo e sociocultural e, por isso, dentro dela transbordam todas as manifestações e representações de mundo existentes naquele espaço. Os/as professores/as que estão entrando nos espaços formativos são um retrato do que a sociedade produz no seu contexto de exclusões, preconceitos, crenças e valores éticos e morais, já consolidados por suas experiências cotidianas (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012). Nós, que estamos responsáveis pela formação acadêmica dos/as licenciandos/as, precisamos entender que dinâmica é essa que envolve a escola e a sociedade para que possamos elaborar planos e objetivos educacionais alinhados com a realidade existencial dos/as licenciandos/as.

Partimos do pressuposto de que a escola e a universidade são espaços onde diferentes perspectivas e visões de mundo se cruzam, sendo então locais em que se deve trabalhar temas que permitam a construção desta habilidade, em favor da melhoria das condições de vida (CONRADO, 2017; FREIRE, 2001; FOUREZ, 2008).

Segundo Fourez (2003), existe uma crise no ensino de Ciências, dada pela formação descontextualizada, sem relação com os problemas reais vivenciadas pelos educandos, o que pode permitir que veículos de comunicação sem a devida credibilidade seja a sua principal fonte de informação, contribuindo para a construção de visões incompatíveis com as necessidades socioambientais atuais. Para Fourez (2003), são responsáveis por esta crise, alunos/as, professores/as de Ciências, pais, dirigentes da economia e a sociedade em geral. Assim, é essencial a ressignificação do ensino de Ciências, buscando relacionar ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e cultura.

Consideramos que esta aproximação entre educação ambiental, educação intercultural e ensino de Ciências se constitui um caminho promissor para a abordagem curricular de problemas socioambientais na escola, permitindo alcançar objetivos de aprendizagem voltados para a ampliação do pensamento e o posicionamento crítico dos/as estudantes sobre QSCs, através de uma formação ampla, que dialogue com os saberes locais e que seja simultaneamente científica, humanística, crítica e socialmente responsável.

Ao considerar a dimensão humana dos processos que envolvem o ambiente, somos levados a olhar para os/as outros/as, para o meio e para os significados dados ao ambiente, pelas diferentes culturas. Quando fazemos esse exercício afetivo de olhar para os/as outros/as, frente a um problema socioambiental, estamos buscando entender os reflexos sistêmicos que a ciência e a tecnologia provocam na natureza e nos seres humanos, o que significa olhar com cuidado quem sofre mais com as injustiças ambientais, quem é oprimido diante de processos decisórios que envolvem o ambiente, por serem vítimas de um processo histórico de exclusão dos espaços democráticos.

Atualmente, vemos tentativas de decisões tecnocráticas afetarem a vida das pessoas como, por exemplo, a suspensão da rotulagem de produtos transgênicos, a liberação massiva de agrotóxicos na agricultura, o descaso da justiça com as pessoas afetadas pelos crimes ambientais de Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais, dentre tantos outros casos. O que pensamos é que, se estivéssemos em um modelo de pensamento em que ciência, ambiente e cultura dialogassem, outras vozes seriam ouvidas e outras dimensões seriam levadas em conta.

Um exemplo emblemático de questionamento de decisões tecnocráticas é quando as pessoas afetadas por elas conseguem se articular, ao se perceberem enquanto sujeitos implicados frente a situações opressoras, o que foi constatado no caso da suspensão da rotulagem de produtos com agentes alergênicos provenientes da soja. Quando estas pessoas se mobilizaram e pressionaram a agência responsável pela referida suspensão, a rotulagem foi reestabelecida (ANVISA, 2017).

O argumento das pessoas afetadas pela suspensão da rotulagem de que seus/suas filhos/as estavam tendo reações alérgicas, mesmo havendo baixas concentrações da substância alergênica, foi desconsiderado pela ciência. Com isso, concluímos que situações de risco poderiam ser evitadas caso as opiniões e a experiência das pessoas comuns fossem valorizadas na tomada de decisão. Por outro lado, observamos que, com mobilização e consciência crítica, tornou-se possível questionar práticas tecnocráticas e cientificistas.

Assim, a relação entre ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e cultura deve se tornar práxis nos diferentes espaços educativos, tendo em vista as relações de poder e interesses particulares que envolvem esses elementos. Situações de ensino que coloquem os/as estudantes frente a controvérsias sociocientíficas que envolvem a relação entre ciência, tecnologia, ambiente, sociedade e cultura podem ser uma maneira efetiva de mobilizar valores morais e éticos, o que é importante para o alcance da sensibilidade necessária para um olhar afetivo e intercultural. O uso de ferramentas didático-pedagógicas que abarquem o cotidiano cultural

local é uma maneira de explorar a relação do indivíduo com a natureza, o seu papel enquanto agente transformador, bem como as possibilidades de convivência com a natureza.

Quando falamos em interculturalidade, ciência e educação ambiental, pensamos que as comunidades tradicionais contribuem com práticas sustentáveis de convivência com a natureza, tendo em vista a sua própria sobrevivência. Segundo Mesquita (2012), grupos étnicos, dentro da sua civilização tradicional, já adequam suas práticas às mudanças climáticas sem nunca terem ouvido falar do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), da Organização das Nações Unidas (ONU), sendo que esses conhecimentos poderiam contribuir, na prática, para o enfrentamento de problemas ambientais, inspirando políticas públicas.

Segundo Levis *et al.*, (2017), a Amazônia, longe de ser uma floresta virgem, foi profundamente alterada pelas populações humanas que viveram por lá ao longo dos últimos milhares de anos. Essa constatação é importante, pois nos leva a perceber que é possível produzir alimento em larga escala na floresta, sem devastá-la. O que é interessante analisar é que o conhecimento científico agroecológico vem dialogar com saberes ancestrais. As terras pretas na Amazônia indicam uma origem antrópica, oriundas da junção do “carvão vegetal e matéria orgânica de origem vegetal e animal” (BENITES *et al.*, 2009, p. 05). Segundo Brandão (2011), inspirando-se em Paulo Freire, o processo educativo deveria valorizar os saberes vivenciados na prática social, os saberes da cultura popular, trazendo para o debate a questão epistemológica da legitimação social do saber popular que tem sido historicamente desvalorizado em detrimento do saber científico, pondo em prática um ensino que valorize a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade.

Enfrentamos, atualmente, problemas socioambientais, que envolvem, em sua gênese e resolução, aspectos relacionados à ciência, à tecnologia, à sociedade e ao ambiente, os quais devem ser discutidos nos ambientes escolares, uma vez que somos influenciados pelas decisões em ciência e tecnologia que impactam na sociedade e no ambiente. Tomando como exemplo um tema de interesse local e global, como o declínio de polinizadores, os/as alunos/as não conheceriam apenas como funciona o processo de polinização, mas seriam discutidas as questões controversas envolvendo a reprodução, a vida e a importância dos polinizadores, os fatores que levam ao seu declínio, problematizando as relações éticas, econômicas, políticas, que envolvem este problema e as consequências do seu declínio para a biosfera (CONRADO *et al.*, 2018).

O desafio está posto, uma vez que enfrentamos diariamente a frieza no ensino dos conteúdos científicos, o que tem distanciado, muitas vezes, os/as alunos/as da escola, da ciência. Contudo,

não queremos superar a frieza somente quando relacionada à compreensão de conteúdos científicos, mas com relação à própria natureza da ciência, seus desdobramentos na sociedade e no ambiente, bem como os valores que condicionam as práticas dos cientistas, superar tal tendência é crucial para o processo de formação de pensamento crítico.

Ainda que sejam postas estas implicações envolvendo uma problemática científica, o processo semiformativo no qual os alunos têm sido habituados pela escola e pela experiência social em geral, não os proverá da capacidade de se posicionarem autonomamente sobre determinado assunto. O usual é que eles esperem pelo pensamento pronto ao qual se acostumaram a obter ao ler uma notícia de jornal que privilegia uma das partes envolvidas ou outra, segundo determinada ideologia (LOPES, 2013, p. 123).

Podemos observar que a formação de licenciandos/as comprometidos/as com a sua realidade, com a superação de injustiças sociais e ambientais, bem como com a reflexão sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, merece um trabalho de ação-reflexão a partir da realidade em que vivem. Dessa forma, estamos nos comprometendo com um modelo de formação docente sustentado na racionalidade crítica, a qual concebe esse profissional como agente de mudança da realidade escolar, por meio de uma práxis crítica, politizada e consciente da historicidade do homem/mulher e sua vocação ontológica em serem digno de direitos, conscientes do seu inacabamento, como seres condicionados em sua existência social e política (FREIRE, 1967).

Existem paradigmas que orientam a formação de professores/as; um deles é o da racionalidade técnica, também conhecido como epistemologia positivista da prática. Nesta, a atividade do professor, muitas vezes, está voltada para a aplicação técnica de conhecimentos teóricos, deixando de lado a análise de componentes políticos, culturais, econômicos e ideológicos, fortalecendo a visão de que o professor deve ser neutro em suas reflexões.

Segundo Carnio e Carvalho (2013), a falta de articulação entre as disciplinas e a falta de articulação entre o conteúdo ensinado e a prática efetiva, são problemas encontrados nos cursos de formação de professores.

A formação limita-se, assim, na maioria dos casos, à soma de conteúdos científicos e conteúdos pedagógicos gerais. Esses problemas podem vir a produzir reflexos no modo como os/as futuros/as docentes são formados/as e, conseqüentemente, no modo como trabalharão em sala de aula (CARNIO; CARVALHO, 2013, p. 03).

O trabalho com QSCs na perspectiva CTSA com base na pedagogia freireana pode permitir a aproximação teórico-prática dos futuros docentes a partir do contato com processos de caracterização e identificação de problemas socioambientais, por meio do estudo do

contexto, do estudo das relações locais, globais e científicas sobre o problema, do planejamento e aplicação de sequências didáticas voltadas para a ação social. Este trabalho pode ser realizado a partir da busca por situações-limite relacionadas à ciência e à tecnologia na realidade local, aliando aspectos teóricos e metodológicos dessa abordagem na sala de aula.

Faz-se interessante pensar em propostas de professores/as que privilegiem a união entre teoria e prática, durante o curso, promovendo a formação de licenciandos/as aptos/as para selecionar, avaliar e implementar modelos e estratégias de ensino, podendo questionar a prescrição curricular que compromete a autonomia dos/as estudantes. Este é um passo importante se pretendemos superar o modelo de racionalidade técnica na formação de professores no contexto brasileiro através do trabalho com problemas QSCs locais.

2.3 A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS NATURAIS: POSSIBILIDADES A PARTIR DA ABORDAGEM DE QSC NA PERSPECTIVA CTSA E PEDAGOGIA FREIREANA

A pedagogia do oprimido nos ajuda a pensar em como superar a cultura de formação baseada na racionalidade técnica presente dos currículos escolares. Para Freire (1970), a inserção crítica na realidade permite o exercício da práxis, assim, o/a licenciando/a precisa estar em contato com a realidade da sala de aula, entendê-la, para que possa agir como sujeito pensante e transformador, da realidade e de si mesmo, superando o tecnicismo, o qual é definido como “o predomínio da reprodução de procedimentos técnicos e experimentos científicos, em detrimento de valores, normas e atitudes presentes na ciência e na tecnologia” (CONRADO; NUNES-NETO 2017, p. 79). Nessa perspectiva, lembramos um relevante ensinamento de Freire (1970, p. 34), quando afirma que “um dos elementos básicos da relação entre opressores e oprimidos é a prescrição. Toda prescrição é uma imposição da opção de uma consciência sobre outra”. Por isto também que o mero reconhecimento de uma realidade, sem problematizá-la em sua radicalidade, não conduz a nenhuma transformação da realidade objetiva, porque não é reconhecimento verdadeiro.

Ao pensar na formação de professores/as, refletimos sobre a construção de uma identidade docente sob uma práxis crítica e reflexiva. Essa prática permitiria ao/à professor (a) refletir sobre a sua conduta em sala de aula e, além disso, entender o seu papel político frente ao contexto social, cultural e político em que vive, uma vez que, para superar a prescrição curricular, o/a professor (a) precisa compreender qual é a dinâmica ideológica e política que

rodeia o espaço escolar e o trabalho docente. Dessa forma, defendemos que o/a professor (a) deve ser um profissional crítico e reflexivo, no sentido de repensar cotidianamente a sua prática, bem como os fatores que a condicionam.

Influenciados pela pedagogia do oprimido, é pertinente lembrar que a mesma se traduz como uma prática de ensino humanista e libertadora em que os oprimidos vão desvelando as condições de opressão e vão se empenhando para modificá-la. A partir desse momento, Paulo Freire entende que esta pedagogia deixa de ser do oprimido e “passa a ser a pedagogia dos homens no processo de permanente libertação” (1970, p. 23).

Essa libertação acontece mediatizada pelo mundo, dependendo da construção de olhares mais profundos e comprometidos com outros espaços da sua realidade. Envolver os/as professores/as em atitudes práticas no seu ambiente de atuação é uma maneira de superar a racionalidade técnica que predomina, muitas vezes, em sala de aula. Assim, é pertinente a construção de espaços formativos em que os professores aprendam a lançar o olhar crítico para a realidade e entendam que dela deve partir as problematizações para dar sentido ao seu ensino.

Rever a nossa prática pode nos levar à descoberta de falhas, lacunas, mas também traz a possibilidade de melhoria, evitando a acomodação e a repetição de erros. Para isso, precisamos lutar contra os ideais capitalistas que rondam a educação brasileira, em que prezam por produtividade, domínio de conhecimentos técnicos e científicos, em detrimento de uma formação moral e ética, mais que necessária em nosso contexto sociopolítico.

“Para os opressores, a humanização é algo que possuem como direito exclusivo, como atributo herdado. A humanização é apenas sua. A dos outros, dos contrários, se apresenta como subversão. Humanizar é, naturalmente, segundo seu ponto de vista, subverter” (FREIRE, 1970, p. 25). Para Freire (1970), humanizar-se perpassa a formação de uma consciência máxima possível, em que os indivíduos possam sonhar em ser mais do que já são, como seres inacabados e históricos.

A realidade social, objetiva, que não existe por acaso, mas como produto da ação dos homens, também não se transforma por acaso. Se os homens são os produtores desta realidade e se esta, na “invasão da práxis” se volta sobre eles e os condiciona, transformar a realidade opressora é tarefa histórica, é tarefa dos homens (FREIRE, 1970, p. 39).

A criticidade, para Freire (1986), envolve a apropriação crescente pelos homens e mulheres de sua posição no contexto, entendendo como vive, de que maneira suas condições de vida são diferentes das condições de quem vive em bairros nobres da cidade, qual o seu papel na realidade, e como esta realidade molda a sua visão de mundo e condiciona a sua vida.

A criticidade permite a construção de práticas de ensino também críticas, dentro do seu contexto histórico e cultural.

A própria posição da nossa escola, de modo geral acalentada ela mesma pela sonoridade da palavra, pela memorização dos trechos, pela desvinculação da realidade, pela tendência a reduzir os meios de aprendizagem às formas meramente nocionais, já é uma posição caracteristicamente ingênua. Quanto mais crítico um grupo humano, tanto mais democrático e permeável, em regra. Tanto mais democrático, quanto mais ligado às condições de sua circunstância. Tanto menos experiências democráticas que exigem dele o conhecimento crítico de sua realidade, pela participação nela, pela sua intimidade com ela, quanto mais superposto a essa realidade e inclinado a formas ingênuas de encará-la, a formas ingênuas de percebê-la a formas verbosas de representá-la. Quanto menos criticidade em nós, tanto mais ingenuamente tratamos os problemas e discutimos superficialmente os assuntos (FREIRE, 1967, p. 95).

Definimos o pensamento crítico na perspectiva freireana como sendo o posicionamento em que o indivíduo é capaz de optar, decidir e agir sobre questões do seu contexto, praticando o exercício da *práxis*; pesquisar a realidade existencial, indignar-se com ela, atuando como investigadores críticos; duvidar de verdades absolutas e imutáveis produzidas pelo meio científico e tecnológico, pondo a realidade sempre em análise; considerar-se como indivíduo histórico, inacabado; assumir-se como agente fazedor de cultura; ser empático com o problema do outro; saber dialogar; ter amor com o próximo e aos/às educandos,/as aliando seriedade docente, afetividade e ética; e ser humilde para que possa respeitar a curiosidade dos/as educandos/as (FREIRE; 1997; 1996; 1995; 1970).

Pensando nos desdobramentos do pensamento crítico baseado em Paulo Freire na educação CTSA, acreditamos que, além dos aspectos citados acima, as ideias do educador contribuem no sentido de reconhecer diferentes formas de explicar e interpretar o mundo, considerando os conhecimentos do senso comum e científicos para o desenvolvimento da curiosidade epistemológica e de práticas que priorizem o bem-estar socioambiental, à medida que ele nos ensina a pensar de maneira holística sobre a vida. Nesse sentido, Freire (1997) defende uma perspectiva crítica de educação ambiental, uma vez que, para o autor, precisamos assumir o dever de buscar a formação de princípios éticos de respeito à vida dos seres humanos, dos animais e florestas. Para o autor, para que haja amorosidade entre os seres humanos, precisamos aprender a amar o mundo. Freire (1997, p. 31) salienta ainda que “a ecologia ganha uma importância fundamental neste fim de século. Ela tem de estar presente em qualquer prática educativa de caráter radical, crítico e libertador”.

A perspectiva freireana nos oferece subsídios para pensar o ensino de Ciências reflexivo, uma vez que, para o autor, precisamos questionar o pedestal epistemológico em que as Ciências Naturais muitas vezes se encontram, em relação às outras ciências, bem como em

relação a outras formas de conhecer (FREIRE, 1996). Sendo assim, precisamos reconhecer, nos debates e enfrentamentos envolvendo questões sociocientíficas, outras formas de explicar o mundo, outras epistemologias, para que o cientificismo velado não seja reforçado pela própria ciência (BAPTISTA, 2015; COBERN; LOVING, 2001).

Reconhecer outras epistemologias significa permitir o diálogo entre os saberes, tradições, do senso comum e da ciência, os conhecimentos técnicos de diferentes culturas, no sentido de ampliação, demarcação e não de anulação de conhecimentos produzidos no seio das comunidades tradicionais. Esta ampliação poderá permitir o desenvolvimento da curiosidade epistemológica, que não é ingênua, que se aproxima cada vez mais do objeto cognoscível, para conhecê-lo de maneira integral, conforme nos orienta Freire (1996).

Partimos do pressuposto de que, para tornar-se crítico e reflexivo, o indivíduo precisa entender de que maneira a ciência é produzida e por quem, desconstruindo mitos com relação à imagem dos/das cientistas, que os/as coloca em posição de inferioridade no alcance desse lugar na sociedade. Para que um indivíduo considere a possibilidade de ser um(a) cientista, é necessária a construção de atos de reflexão profunda sobre o seu papel na sociedade, como indivíduo produtor de cultura, gerando possibilidades de libertação, ao recusar discursos fatalistas sobre o seu lugar no mundo, que negam a humanidade, a partir da convicção de que a mudança é possível, ao considerar a historicidade da vida, da realidade (FREIRE, 1996).

Entender que a ciência e a tecnologia estão na realidade, influenciam nela e podem explicar os fenômenos que rodeiam a nossa vida, para nós também é um sinal de pensamento crítico, pois é comum a visão de que a ciência somente é realizada no laboratório, pautada na observação e na experimentação científica, que cria uma imagem “ingênua” da ciência e do/a cientista, reforçando imagens elitistas/deformadas (homem, branco, gênio, solitário, intelectual), que em nada contribuem para a aproximação dos/as estudantes com a ciência escolar e a acadêmica (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

É pertinente a ressalva de Freire (1987, p. 105), quando afirma que consciência máxima possível “é a representação das coisas e dos fatos como se dão na existência empírica. Nas suas correlações causais e circunstanciais”, “A consciência real efetiva (pelo contrário) se crê superior aos fatos, dominando-os de fora e, por isso, se julga livre para entendê-los conforme melhor lhe agrada” (1987, p. 105). Nesse sentido, percebemos que a consciência crítica não se constrói sem o olhar atento e consciente sobre os problemas da sociedade. Assim, podemos viver perto de lixões, presenciar práticas de desmatamento, uso de agrotóxicos; no entanto, se não formos instigados a olhar estes problemas, investigando seus impactos na nossa vida, continuaremos ocupando lugar de corpos inconscientes, sem realizar análises e correlacionar o

problema às suas condições de vida, o que resulta em práticas que não problematizam, por exemplo, o desmatamento como principal causa da falta de água, dentre outros desdobramentos. Do mesmo modo, o uso de agrotóxicos não causaria doenças, nem empobreceria o solo, ou matariam as abelhas. É preciso o olhar intencional para poder entender estas relações. Nesse sentido, as QSCs quando trabalhadas na perspectiva CTSA podem permitir o alcance da consciência máxima possível, por meio da abordagem integral dos problemas existentes na sociedade, compreendendo-a na realidade e em sua totalidade e problematizando as contradições gestadas neste espaço. O uso de QSC portanto, pode permitir a superação da consciência real efetiva, à medida que busca compreender os fatos, não de acordo com os interesses próprios de determinado grupo social, mas a partir de uma ótica democrática, em que se considera aspectos sociais, ambientais, políticos, econômicos e ideológicos, na tentativa de alcançar o desenvolvimento de posicionamentos éticos capazes de promover justiça socioambiental.

Torres-Merchán (2014) afirma que o pensamento crítico permite às pessoas construir a sua própria forma de pensar, num sentido amplo, sendo aptos para decidir o seu posicionamento diante de situações sociais que vivenciam e ter um papel ativo nas decisões que envolvem componentes científicas e tecnológicas. Jiménez-Aleixandre (2010) argumenta que o pensamento crítico está relacionado com “a capacidade de desenvolver uma opinião independente, adquirindo a faculdade de refletir sobre a sociedade e participar dela” (p. 54). Para Saiz e Rivas (2008, p. 23), “pensamento crítico é um processo de busca de conhecimento, através de habilidades de raciocínio, resolução de problemas e tomada de decisão”. Segundo Torres e Solbes (2018), uma pessoa que desenvolve PC a partir de QSC é capaz de compreender a ciência como construção social, envolvida por valores, suas relações com a tecnologia e suas consequências sociais e ambientais.

Acreditamos que apresentar a ciência como realizada por cientistas que têm uma imagem elitizada, normalmente branca, sexista, afasta pessoas comuns, e inclusive mulheres, desse tipo de atividade. Entender que a atividade científica é passível de erros, feita por pessoas comuns, e que ela sofre influências do meio, torna-se imprescindível quando pensamos em um ensino de Ciências crítico e reflexivo (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; TORRES; SOLBES, 2018). Ainda nessa perspectiva, entender essas relações envolve pensar em contribuições positivas e negativas das ciências e seus desdobramentos na sociedade e no ambiente; estar informado sobre o tema, não se limitando a discursos dominantes; identificar falácias existentes em argumentos sem o embasamento necessário; avaliar a credibilidade das fontes, tendo em vista interesses particulares; adotar postura questionadora em torno dos debates envolvendo C-T-S-

A; ter clareza que a ciência não se orienta pela busca de verdade, apenas, nos perguntando sempre quem financia a ciência e por quê financia.

Acreditamos que saber selecionar fontes de informação confiáveis é tarefa essencial, quando pensamos em identificar falsos argumentos ou falácias (TORRES; SOLBES, 2018; CONRADO; CONRADO, 2016). Quando trabalhamos com QSC, precisamos selecionar dados que sejam baseados em princípios científicos e não científicistas, que, de fato, ajudem a solucionar/entender o problema sociocientífico, uma vez que a produção e a divulgação de dados envolvem interesses particulares e relações de poder que precisam ser desveladas, para que se adote uma postura de dúvida/questionamento diante das relações entre o social e o científico, permeado por relações entre C-T-S-A (ANDRADE, 2016; SANTOS, 2009). Também é importante compreender a QSC de maneira ampla, integral, estabelecendo relações do problema estudado com dimensões éticas, políticas, sociais, ambientais, morais, culturais, filosóficas, aproximando-se de maneira rigorosa e sensível do objeto cognoscível.

Partimos da compreensão de que o ato de pesquisar é tarefa essencial para o/a professor (a), conforme nos alerta Freire (1996), o qual defende que, para que se consiga chegar à criticidade, devemos ser curiosos/as, rigorosos/as no processo de descoberta do objeto que pretendemos conhecer. Nessa perspectiva, compreender uma QSC de maneira integral exige uma aproximação intensa com os mais variados aspectos que envolvem o problema vivenciado na realidade, o qual abarca aspectos CTSA, para que se possa construir uma visão complexa, crítica, capaz de orientar tomadas de decisões rigorosamente éticas, informadas e responsáveis, bem como de realizar juízos éticos a partir da QSC, entendendo a contribuição dos mesmos para o cumprimento das necessidades humanas.

Partindo do princípio de empatia, apresentado na literatura freireana, pensamos que realizar juízos éticos a partir de QSC envolve tanto uma visão complexa e integral do problema, para que os indivíduos entendam as mais variadas nuances que ali estão envolvidas, quanto nos colocarmos no lugar das pessoas que sofrem determinado problema, em determinada comunidade, no sentido de não apenas resolver o problema de maneira analítica, mas nos aproximando dos impactos sofridos pelos indivíduos que estão próximos e que vivenciam experiências desumanizantes, contribuindo para o fortalecimento de valores de bem-estar social local e global. Assim, podem ser tomadas decisões fundamentadas em aspectos éticos, morais, políticos, econômicos e científicos, promovendo ações capazes de transformar a realidade existencial desses indivíduos.

Para que os indivíduos tomem decisões fundamentadas, é preciso, acima de tudo, entenderem a dinâmica social e política em que vivem, não de maneira ingênua, mas

questionadora, ética e utópica, para que possam se indignar diante dos fatos e acreditar que a mudança é possível, entendendo o futuro como possibilidade, e não como determinação, como algo inexorável. Envolve também intervir, problematizando o hoje, as condições de vida, a negação à dignidade humana sofrida, não se adaptando a discursos deterministas, fatalistas, à fome, ao medo, ao desconforto, à falta de saneamento experimentados (FREIRE, 1996).

Solbes e Torres (2013), em pesquisa realizada com professores/as de Ciências Naturais com relação às principais dificuldades que eles/as encontram para o desenvolvimento do pensamento crítico em sala de aula, comentam que foram mencionados motivos como: estrutura organizacional da escola, excesso de trabalho para o/a professor (a), dificuldade no uso das TIC, as condições sociais em que os/as estudantes vivem, bem como a indisposição dos/as alunos/as para o desenvolvimento de atividades desse tipo, as quais exigem compromisso e empenho. Os autores citam, ainda, a falta de preparo dos/as professores/as para o trabalho com a formação do pensamento crítico, assim como o ensino de ciência disciplinar, sem uma preocupação com aspectos sociais, políticos e culturais relacionados à atividade científica.

Solbes e Torres (2013) ressaltam que estudar problemas sociocientíficos pode permitir o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes de maneira integral, visto que envolvem os aspectos científico, técnico, ético, cultural, social, econômico e ambiental de uma dada problemática, a seleção de informações e a exigência de um posicionamento frente ao problema estudado. Tal aprofundamento acerca da realidade e da construção do problema local permite a superação de uma consciência real efetiva, a qual não observa a realidade de maneira integral, camuflando relações de desigualdade e contradições sociais (FREIRE, 1987, p. 105).

Solbes e Torres (2013) destacam, ainda, que a abordagem de problemas sociocientíficos permite a avaliação da credibilidade das fontes de informação, da origem e dos interesses que subjazem a essas informações, determinando a validade dos argumentos, rejeitando conclusões não baseadas em testes e informações de fontes seguras. Possibilita, também, realizar julgamentos éticos sobre a QSC, permitindo ao/à estudante chegar a conclusões que levem à tomada de decisões informadas, bem como promover ações de melhoria da qualidade de vida pessoal e social. Observamos que o trabalho com QSC tem grande potencial para o alcance de muitas habilidades relacionadas à construção do pensamento crítico, o qual é essencial para a construção de sociedades mais justas e igualitárias (FREIRE, 1996).

Segundo Tenreiro-Vieira (2004), vários benefícios podem nos convencer sobre a importância do ensino e a formação do pensamento crítico, a saber: a construção da autonomia dos/as alunos/as, a capacidade de argumentação e de avaliação de outros argumentos, a

pesquisa, a atitude inquietadora, o que pode colaborar para a formação de uma sociedade mais justa e democrática.

Para Freire (1996, p. 15), “uma maneira de alcançar uma prática educativa progressista é através do desenvolvimento da curiosidade crítica indócil, insatisfeita, com a qual poderemos nos defender dos “irracionalismos” presentes na sociedade capitalista tecnologicizada”.

A contribuição do pensamento crítico para a formação de professores de Ciências é essencial na medida em que vivemos num mundo, cada vez mais, os/as cidadãos/ãs são chamados/as a intervir e a tomar posição sobre questões públicas que envolvem aspectos socioambientais carregados por aspectos políticos e ideológicos que estão presentes em nossa realidade. Devemos pensar que todos/as os/as estudantes de Ciências serão elementos integrantes de uma sociedade e, enquanto cidadãos/ãs, tornam-se responsáveis pelos riscos e benefícios do conhecimento, dos produtos e dos sistemas científicos e tecnológicos e, por isso, devem estar preparados/as para emitir opiniões e agir frente a questões sociocientíficas (TENREIRO-VIEIRA, 2004).

Devemos construir uma visão complexa sobre a ciência, considerando o trabalho científico como uma construção social e cultural, que evolui de maneira permanente, suscetível a valores, interesses e conflitos que permeiam as comunidades científicas, influenciadas pelos contextos sociais (MARTÍNEZ-PÉREZ; LOZANO, 2013).

Para Torres e Solbes (2018), pensamento crítico é um conjunto de competências que servem para organizar uma maneira de pensar, que permita: avaliar a validade dos argumentos, tomar posições frente a problemas da realidade e intervir com responsabilidade. A consciência crítica somente é alcançada quando um indivíduo busca compreender em profundidade os problemas, reconhece que a realidade é mutável, verifica e testa as descobertas, indaga, investiga e dialoga. Essa consciência implica em uma denúncia de toda estrutura opressora e desumanizante. Uma pesquisa realizada por nós, sobre a abordagem de uma QSC sobre agrotóxicos na perspectiva CTSA, possibilitou a mobilização das dimensões CPA e a organização de ações sociopolíticas diretas e indiretas (ANDRADE; 2016). A discussão do tema, por meio dessa abordagem metodológica, permitiu a formação de indivíduos com posicionamento crítico e responsabilidade social coletiva.

No quadro abaixo, buscamos sintetizar as contribuições da abordagem de Questões Sociocientíficas na perspectiva CTSA e da Pedagogia Freireana para a formação do pensamento crítico.

Quadro 3. Contribuições do uso de Questões Sociocientíficas na perspectiva CTSA e da Pedagogia Freireana para a formação do pensamento crítico.

Aspectos	Questões Sociocientíficas na perspectiva CTSA	Pedagogia Freireana
Visão de ciência e do cientista Papel dos homens e mulheres na sociedade	Contexto da ciência: Refletir e superar mitos relacionados à ciência ao trabalho científico (salvacionismo científico e tecnológico, cientificismo e tecnicismo, relações de poder e interesses particulares envolvendo a ciência); desconstrução de visões deformadas do trabalho científico e do cientista. Contexto escolar: Superar situações-limite geradas pelos mitos em torno da ciência e tecnologia historicamente enraizados na sociedade.	Contexto da ciência: Visualizar o homem como ser histórico, inconcluso, cultural, condicionado, construtor e modificador do espaço; Preconizar a formação humanista, a vocação ontológica dos homens e mulheres em <i>ser mais</i> . O foco do trabalho está nos homens e mulheres. Contexto escolar: Tem como ponto de partida a realidade, legitimando saberes locais e desvelando contradições humanas.
Diálogo na construção do conhecimento	Contexto da ciência: Promover o exercício da dialética (análise das contradições geradas pela produção da ciência e tecnologia, interesses particulares, desigualdade no acesso às produções C e T); Contexto escolar: Aproximar os homens e mulheres comuns da ciência, do trabalho científico, e do/a cientista, considerando diferentes linguagens.	Contexto da ciência: Promover o exercício da dialética (análise das contradições e desigualdades vivenciadas na realidade). Contexto escolar: Dialogar e problematizar as situações de desigualdade e opressão vivenciadas pelos estudantes, pontos de partida para estruturar todo o processo didático-pedagógico e a aprendizagem de conceitos.
Processo de ensino e aprendizagem	Contexto da ciência: Desenvolvimento de capacidades de argumentação, domínio da linguagem científica, posicionamento ético e moral. Contexto escolar: Analisar os problemas locais globais; proporcionar envolvimento e posicionamento crítico do estudante.	Contexto da ciência: Desenvolvimento humano, visando a formação política e científica dos alunos. Contexto escolar: Incentivar/mediar os processos de ensino e aprendizagem significativos e transformadores por meio da dialética. Professor empático com os problemas vivenciados pelos educandos.
ASPECTOS EM COMUM CTSA/ QSC E PEDAGOGIA FREIREANA NA PRÁTICA ESCOLAR		
Relação teoria e prática Forma de luta contra o sistema Desenvolvimento da autonomia Papel do professor	Intervir na prática; Problematizar a influência do sistema capitalista e do neoliberalismo na vida humana, ciência e tecnologia; Construir autonomia frente ao currículo escolar; Formação de pensamento crítico e reflexivo sobre os problemas da realidade ou às relações CTSA; Interdisciplinaridade (compreender de maneira ampla os temas estudados, através do diálogo entre diferentes áreas de conhecimento/ do saber); Concepção e execução de uma nova lógica curricular; Professor (a) catalisador (a) do processo educativo, deixando de ter uma postura de autoridade com relação ao conhecimento a ser aprendido;	

Fonte: Elaborado pela Autora

De acordo com Torres-Merchán (2014); Tenreiro-Vieira e Vieira (2013); Torres e Solbes (2018); Freire (1996), o pensamento crítico capacita os indivíduos a tomar decisões,

frente a situações sociais que vivenciam, e ter um papel ativo, nas decisões culturais e científicas da sua realidade, dentre outras habilidades.

Nesse contexto, entendemos que o movimento CTSA, com seus ideais que pretendem promover no indivíduo a compreensão contextualizada das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, desvelando as relações de poder e interesses particulares, contribui para a promoção de um pensamento crítico e reflexivo. Ainda, a compreensão da ciência como cultura, reconhecendo outras maneiras de compreender o mundo, é um elemento potencial, também para que consigamos romper com uma visão acrítica sobre a ciência. Além disso, reconhecer a não neutralidade da ciência e da tecnologia e a não linearidade entre progresso científico e tecnológico e bem-estar social é um pressuposto essencial para rompermos com a consciência real efetiva que existe acerca do que é produzido pela ciência e os impactos negativos que essas produções causam na sociedade, sem esquecer dos seus benefícios. Assim, o uso de QSC na perspectiva CTSA permite questionar o salvacionismo científico e tecnológico, uma vez que somos tentados a acreditar que ciência e tecnologia são essenciais e suficientes para a resolução de problemas da humanidade, ao invés de entendê-las como uma possibilidade, em meio a outras maneiras de intervir na realidade. Com isso, muitas vezes não damos a merecida atenção a outros setores da sociedade que podem contribuir com a resolução de determinados problemas. Para nós importa se, e somente se, um produto é ou não cientificamente testado, damos sempre preferência a estes, os mesmos são vendidos sob a lógica da eficácia tecnológica. Para Bazzo (2019, p. 74) “é preciso ‘desmascarar’ a C e T e retirá-las do pedestal inabalável de caminho para a felicidade”.

Sendo assim, precisamos refletir sobre a responsabilidade do/a cientista que realizou determinado teste, ou se ele/a é ou não influenciado/a por valores éticos e morais particulares, não condizentes com o bem-estar público. Nesse panorama, segundo Auler (2002, p. 106), o mito do salvacionismo cai por terra a partir de uma análise mais complexa

É difícil defender a ideia de que o desenvolvimento científico-tecnológico caminha na perspectiva da satisfação de necessidades humanas, quando, segundo estimativas do Instituto Internacional de Pesquisa pela Paz de Estocolmo (Sipri), na década de 1970, de 400 a 500 mil cientistas e engenheiros trabalhavam em pesquisa e desenvolvimento da indústria militar.

A poluição industrial poderia ser amenizada com o uso de dispositivos técnicos e científicos adequados, mas isto não está acontecendo (AULER, 2002). O rompimento de barragens no Brasil pode ser dado como exemplo também, pois, existiam outras técnicas de construção das mesmas, mas optou-se pela mais barata, e não pela mais segura. Deixou-se por conta da natureza e das pessoas do entorno a responsabilidade as consequências por possíveis

contaminações. Assim, observamos que falta decisão e transparência política para enfrentar as desigualdades socioambientais que envolvem CT, pois embora tenhamos tecnologia e ciência, isso não indica que existirá “boa vida para todas as pessoas”.

Por exemplo, a Revolução Verde pode ter proporcionado aumento da produção de alimentos, mas causou também êxodo rural, aumento dos processos de favelização, desapropriação do trabalhador rural da sua força de trabalho, substituído agora pelas máquinas, problemas de saúde etc. Assim, CT potencializaram processos de desigualdade social. A revolução eletrônica, conforme aponta Auler (2002), também pode aumentar os indicadores de desigualdade, uma vez que tem sido notado o aumento do desemprego, o qual tende a se intensificar nos próximos séculos, com a ascensão da inteligência artificial. Segundo Schwab (2016), estamos diante da quarta Revolução Industrial, caracterizada pela fusão entre domínios físicos, digitais e biológicos, a qual precisa ser analisada de maneira complexa, tendo em vista o bem-estar da humanidade, chamando a atenção aos perigos da automação para a disponibilidade de empregos, citando desigualdade e questões éticas como um desafio para este contexto. Nesse sentido, nos preocupa que estas mudanças sejam analisadas sob uma visão tecnocrática, sem considerar as limitações éticas destas inovações; a história não nos apresenta indícios de que esses marcos sejam, de fato, levados em conta. É importante questionar e problematizar, de que lado estaremos?

Percebemos que podemos recorrer a uma série de tecnologias para controlar o superaquecimento do planeta, mas pouco discutimos sobre como as comunidades tradicionais, os índios, estão enfrentando esse problema, e a efetividade dessas ações para aqueles que não podem pagar pela tecnologia. Colocando ciência e tecnologia como únicos caminhos, estamos legitimando ainda mais a superioridade da ciência com relação a outros saberes; em outras palavras, reforçamos o cientificismo. Assim, “importa realizar a demarcação de saberes no ensino de Ciências, em busca de um pluralismo epistemológico, a partir de práticas de ensino sensíveis à diversidade cultural, em um diálogo entre a cultura científica e a cultura dos estudantes” (BAPTISTA, 2015, p. 62).

Por essa natureza controversa e interdisciplinar, já podemos iniciar a construção de um pensamento crítico, uma vez que a compreensão de uma QSC exigirá dos/as estudantes um estudo aprofundado de cada aspecto que a compõe, bem como sobre as controvérsias que envolvem a mesma, articulando com a realidade local e global. É possível, dessa forma, construir uma visão integral sobre o problema, levando em conta e discutindo outras razões que não somente aquelas pautadas na ciência, o que permite combater práticas científicas, deterministas e tecnicistas e, portanto, contribuir na construção de uma visão crítica sobre a

própria ciência e seus desdobramentos na sociedade, conforme salientam Torres e Solbes (2018) e Torres-Merchan (2014)

O trabalho a partir de QSC na perspectiva CTSA (vertente da justiça socioambiental) se compromete na luta explícita contra o neoliberalismo, política pautada em interesses socioeconômicos que determinam as agendas de pesquisa. Essa política pouco tem dialogado na tentativa de solucionar ou amenizar os impactos trazidos pelo desenvolvimento econômico e tecnológico na sociedade e no ambiente, pelo contrário, “o neoliberalismo possui estratégias de exportação de riquezas naturais, colaborando para a manutenção dos latifúndios, que emprega cada vez menos pessoas devido à mecanização do campo e prejudica diretamente o pequeno produtor rural” (CAPORAL; COSTABEBER, 2004, p. 42). Entretanto, para Lander (2005), o capitalismo global é o grande responsável pela exploração massiva do planeta.

Vale ressaltar que a produção de alimentos pautada no modelo de agricultura do agronegócio é hoje um dos pilares da economia brasileira. O agronegócio tem impulsionado o uso de agrotóxicos no Brasil, tornando nosso país um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo. Tal fato tem aumentado os índices de doenças, o êxodo rural, o desemprego, a concentração de renda, a exploração de mão-de-obra no campo e a desvalorização do trabalhador do campo (CAPORAL; AZEVEDO, 2011, p. 14).

Observamos, portanto, que, o trabalho com as QSC na perspectiva CTSA (vertente da justiça socioambiental), utilizando o tema agrotóxicos, declínio de polinizadores, proliferação de arboviroses, dentre outros, permitiram alcançar pensamento crítico dos estudantes, revelando relações de poder e de dominação, ampliando visões de mundo, auxiliando no desenvolvimento de posicionamentos frente a problemas socioambientais de forma responsável, tornando o conteúdo de Ciências mais significativo e relevante e, ao mesmo tempo, problematizando a influência dessa política neoliberal na sociedade e no ambiente (ANDRADE, 2016; CONRADO, 2017; MARTINS *et al.*, 2018). Para Freire (1996), ensinar exige compreender que a educação é uma intervenção no mundo, assim cabe ao/à educador (a) progressista o esforço em problematizar a realidade e suas contradições. Assim, Freire (1996) explica que

Seria demasiado ingênuo, até angelical de nossa parte, esperar que a “bancada ruralista” aceitasse quieta e concordante a discussão, nas escolas rurais e mesmo urbanas do país, da reforma agrária como projeto econômico, político e ético da maior importância para o próprio desenvolvimento nacional. Isso é tarefa para educadores e educadoras progressistas cumprir, dentro e fora das escolas (FREIRE, 1996, p. 100).

Fruto também dessa política neoliberal são os discursos sobre desenvolvimento sustentável. Para Boff (2003), as palavras desenvolvimento e sustentabilidade apresentam lógicas destoantes. São termos contraditórios, que não dizem a mesma coisa. “A expressão desenvolvimento sustentável, então, representa uma armadilha do sistema capitalista: assume

os termos da ecologia (sustentabilidade) para esvaziá-los; assume o ideal da economia, o crescimento, mascarando a pobreza que ele mesmo produz” (BOFF, 2003, p. 02). O crescimento econômico é o maior componente do desenvolvimento, mas, na verdade, ele deveria considerar também as dimensões cultural, social e ecológica (ANDRADE, 2016). O trabalho com QSC na perspectiva CTSA (vertente da justiça socioambiental) permite questionar o posicionamento neoliberal que atribui ao indivíduo toda a culpa pela degradação da natureza e que, portanto, deve ser “educado” para respeitar o meio ambiente. Assim, a responsabilidade é atribuída ao indivíduo e não ao modo de produção, mesmo sabendo que a atual maneira de utilização da ciência e da tecnologia vem impactando de maneira insustentável o meio ambiente (CAVALCANTE, 2015).

As controvérsias que existem em uma QSC permitem ao/à aluno/a visualizar aspectos éticos, morais, ideológicos, políticos e econômicos do tema, contribuindo para a formação do pensamento crítico dos/as estudantes o que é necessário ao atual momento em que vivemos, rodeados por crises ambientais e de posturas que negam o valor da ciência. Além disso, permitem a desconstrução da visão de ciência neutra, o que auxilia na compreensão da natureza social e histórica da ciência, ajudando a desconstruir mitos que desvalorizam a produção do conhecimento, olhando a ciência, entretanto, como uma produção humana e portanto, envolta por valores.

O pensamento freireano traz contribuições para a formação do pensamento crítico no sentido de considerar o ser humano como ser histórico, que, por seu inacabamento, se constrói e reconstrói no tempo e no espaço em relação com outros homens e mulheres e com a sua realidade. Reconhecer seu inacabamento é entender que o ser humano pode ser sujeito e não massa, é conhecer a vocação ontológica do ser humano em se humanizar. A consciência máxima possível das situações de opressão é o que permitirá aos homens e mulheres reconhecer-se em sua realidade, agindo diante das condições que os fazem oprimidos/as, fazendo-se como indivíduos de denúncia e anúncio de mudanças (FREIRE, 1970). Dessa forma, quando um indivíduo não se entende como ser histórico, tornando-se acomodado e adaptado à estrutura dominante, não se reconhece como capaz de mudar a sua realidade.

A dialogicidade defendida por Freire é elemento-chave para a formação crítica e reflexiva dos indivíduos. Assim, ao se sentir participante em uma realidade, ao ter voz a partir da compreensão das contradições existentes em sua volta, o indivíduo passa a se sentir também parte do processo de construção e, conseqüentemente, de transformação de uma determinada realidade.

Portanto, a dialogicidade também deve ser construída na relação dos homens e das mulheres com o mundo, estes devem perceber o seu papel histórico dentro do espaço em que vive, dentro da sua cultura, para que se perceba como agente transformador e construtor da realidade. O professor que permite o diálogo com os/as estudantes, os/as aproxima da possibilidade de alcançar o conhecimento e de duvidar do que lhes é posto, uma vez que os conhecimentos dos/as estudantes, das minorias, também serão considerados em sala de aula, uma outra visão de mundo será apresentada, colocando em cheque a noção de que existe um único conhecimento válido e verdadeiro, bem como uma única maneira de conhecer e de explicar o meio em que vive, dando lugar à construção de uma prática de ensino de fato plural.

A dialogicidade começa não quando o educador-educando se encontra com os educandos-educadores em uma situação pedagógica, mas antes, quando aquele se pergunta em torno do que vai dialogar com estes. Esta inquietação em torno do conteúdo do diálogo é a inquietação em torno do conteúdo programático da educação (FREIRE, 1970, p. 98)

Ao fazermos o exercício do diálogo, nos aproximamos da dialética, uma vez que os/as educandos/as podem analisar as contradições vivenciadas em seu espaço. Fazer os/as estudantes e a comunidade perceberem as contradições e desigualdades vivenciadas é fator essencial para que os indivíduos alcancem uma consciência máxima possível. Entender em que bairro são mais frequentes os casos de arboviroses, de exposição de lixo, de falta de água, de acidentes com escorpião, é entender que existem classes que sofrem mais com os problemas presentes na sociedade do que outros, bem como a complexidade que envolve a sua causa e solução. É olhar o cotidiano de maneira intencional, pois para Freire (1983) não existe criticidade na cotidianidade, sem o olhar orientado por uma curiosidade epistemológica. A pedagogia freireana ajuda a inserir outras visões de mundo nas salas de aulas de Ciências Naturais, uma vez que, na sua essência, reconhece diferentes áreas do conhecimento para compreender determinado problema. Dessa forma, estaremos retirando determinadas Ciências como únicas formas de explicação sobre a natureza e sobre o mundo, reconhecendo inclusive os saberes tradicionais. Assim, damos lugar a complexidade que o ensino merece, e quando trabalhamos com problemas socioambientais, esta complexidade é mestra, uma vez que, sem o olhar aprofundado para as questões da atualidade não avançamos enquanto indivíduos questionadores e transformadores.

É através do exercício de reflexão-ação-reflexão que se pode alcançar a dialética tão necessária à transformação da sociedade, por meio do movimento que permite a transformação do meio. De acordo com o materialismo dialético, “a dialética não é apenas um método para se

chegar à verdade, é uma concepção do homem, da sociedade e da relação homem-mundo” (GADOTTI, 1995, p. 19).

A contextualização do ensino de Ciências a partir de problemas locais é ferramenta essencial para a construção da cidadania e a participação dos/as estudantes na resolução de problemas da sua comunidade. À medida que os/as estudantes olham para o seu contexto e identificam potenciais temas para abordar no ensino de Ciências, tornam-se capazes de entendê-lo e, a partir da compreensão integral e crítica da situação vivenciada, intervir na realidade. Abordar temas da realidade local permite também um maior envolvimento dos/as estudantes na pesquisa, auxiliando no aprofundamento e na melhor compreensão da situação.

Freire convoca os indivíduos a fazerem uma leitura do mundo, para, então, proceder à leitura da palavra. Desse modo, refletimos juntamente com Freire (1996, p. 113) que “se, na verdade, o sonho que nos anima é solidário e democrático, não é falando aos outros, de cima para baixo, sobretudo, como se fôssemos portadores da verdade a ser transmitida aos demais, que aprendemos a escutar, mas é escutando que aprendemos a falar com eles”. A escuta se torna a melhor maneira de entender as pessoas. Assim, se não escutamos, nos proibimos de entendê-los.

Através do exercício crítico de olhar e problematizar o contexto, “observamos o quanto é importante nos afastarmos da “espontaneidade”, que é condição da realidade alienada, para objetivá-la à luz da análise crítica” (PEROZA; SILVA; AKKARI, 2013, p. 466).

O tema gerador não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homem-mundo. Investigar o tema gerador é investigar, repitamos, o pensar dos homens referido à sua realidade, é investigar seu atuar sobre a realidade, que é a sua práxis (FREIRE, 1970, p. 115).

Contrária à educação bancária, a educação problematizadora nega a existência dos comunicados, baseando-se na investigação crítica sobre o objeto cognoscível. A visão dos/as estudantes sobre determinado objeto cognoscível permite ao/à professor (a) admirar sob óticas diferentes o mesmo objeto. Esse tipo de prática permite que os/as educandos/as manifestem seu poder criador e problematizador sobre um objeto, desvelando a realidade, pelo exercício da emersão das consciências, que irá resultar em inserção crítica na realidade (FREIRE, 1970).

Segundo Freire (1970, p. 80), “quanto mais os/as educandos/as problematizam, como seres do mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados/as”. Assim, a educação que problematiza a realidade possibilita que os/as educandos/as se posicionem frente às contradições do seu contexto, na medida em que percebem a realidade como complexa e controversa, como seres implicados na compreensão e na intervenção.

Para Freire (1970, p. 82), “a educação problematizadora se faz, assim, um esforço permanente através do qual os homens e mulheres vão percebendo, criticamente, como *estão sendo* no mundo *com que e em que se acham*”. A educação que problematiza a realidade e que, portanto, não é bancária exige do/a professor (a) que seja companheiro/a dos/as educandos/as em suas relações com eles/as (FREIRE, 1970). Esse/a educador (a) está à serviço da humanização, da libertação, não da opressão e da prescrição de um único caminho (FREIRE, 1970). Nessa perspectiva, “o conteúdo de ensino jamais é depositado, se organiza e se constitui a partir da visão de mundo dos educandos” (FREIRE, 1970, p. 120).

Segundo Freire (1970), a abertura para outros temas é indispensável à percepção das relações dialéticas que existem em uma realidade. Segundo o autor, “ao terem a percepção de como antes percebiam, percebem diferentemente a realidade, e, ampliando-se o horizonte do perceber, mais facilmente vão surpreendendo, na sua ‘visão de fundo’, as relações dialéticas entre uma dimensão e outra da realidade” (FREIRE, 1970, p. 129). Freire (1996) também afirma que ensinar exige respeito aos saberes dos educandos, questionando:

Por que não aproveitar a experiência que têm os alunos de viver em áreas da cidade descuidadas pelo poder público para discutir, por exemplo, a poluição dos riachos e dos córregos e os baixos níveis de bem-estar das populações, os lixões e os riscos que oferecem à saúde das gentes. Por que não há lixões no coração dos bairros ricos e mesmo puramente remediados dos centros urbanos? Esta pergunta é considerada em si demagógica e reveladora da má vontade de quem a faz. É pergunta de subversivo, dizem certos defensores da democracia (FREIRE, 1996, p. 30).

O autor nos chama a atenção para a necessidade de problematizar e dialogar com as experiências existenciais dos/as educandos/as, em uma aliança necessária entre os saberes curriculares fundamentais aos/às alunos/as e a sua experiência como indivíduos implicados em sua realidade. Acreditamos que, para identificar as experiências existenciais dos/as alunos/as, é necessário voltar o olhar dos/as próprios/as estudantes para a sua realidade, fazendo-os/as refletir sobre as suas condições de vida e sobre os problemas que atingem a sua comunidade; de que forma, porque e com que intensidade o atingem.

O movimento que constitui a pedagogia freireana, pautada nos princípios da dialética, da dialogicidade, da contextualização e da problematização, permite aos indivíduos uma formação humanista, abre os horizontes para que se percebam no mundo como agentes participantes, transformadores da realidade, a qual é histórica. A vocação ontológica em *ser mais* é ideia fundante da pedagogia humanística de Paulo Freire, na medida em que, ao partir da sua vocação ontológica, o homem se percebe na realidade histórica e mutável, passando a questionar o autoritarismo, observando as barreiras que lhe são postas não como algo fatal ou intransponível, mas como uma situação desafiadora, que apenas o limita (FREIRE, 1970). O

diálogo com a realidade concreta e existencial do/a educando/a, do qual deverão emergir os sentidos para a escolha de conteúdos em sala de aula, é uma maneira de tornar prático o humanismo tão defendido por Paulo Freire.

Segundo Freire (1970), devemos partir sempre das contradições existenciais dos indivíduos, das situações que os desafiam, de forma que os conteúdos se relacionem com seus anseios, com suas dúvidas, podendo desenvolver o pensamento crítico necessário para a superação de situações-limite. Para Freire (1985, p.04), “para que se tenha uma visão crítica sobre a educação, é preciso reconhecê-la como ato político, bem como reconhecer o poder educativo do ato político”. Um (a) professor (a) que se pretende crítico/a deve manter coerência entre o discurso e a prática, pois “não é o discurso que ajuíza a prática, mas a prática que ajuíza o discurso” (FREIRE, 1985, p. 54); e, por fim, deve-se dar ao/à aluno/a o direito à palavra, aceitando a sua compreensão de mundo, para, então, a partir do que ele/a sabe, se possa aprofundar os conhecimentos necessários para uma prática educativa crítica.

Freire (1970) esclarece que o conceito antropológico de cultura é essencial para a compreensão do homem sobre o seu papel no mundo e com o mundo, como ser de transformação e adaptação. A pedagogia freireana constrói argumentos em luta explícita contra o capitalismo. Assim, os indivíduos, nessa pedagogia, devem ter oportunidades de se humanizar, na construção de uma crítica sobre o seu mundo existencial, as contradições vividas nele, bem como formas de intervir na sua realidade. Desse modo, é objetivo da pedagogia freireana o questionamento, pelos indivíduos, em qualquer cultura, das formas de vida, das contradições, bem como dos mecanismos de opressão vivenciados por eles em sua realidade. Ao fazer isso, os homens e mulheres aprendem a se posicionar frente aos contextos de desigualdades que emergem da sua realidade, pondo em prática a sua vocação ontológica em ser livre, em sua historicidade. Pretende-se, ainda, denunciar formas de opressão características do sistema capitalista, no qual as especificidades dos indivíduos não são respeitadas, no qual o seu saber não é legitimado no enfrentamento das adversidades vividas. Segundo Freire (1970, p. 179), “uma das características de ação antidialógica é a invasão cultural, a qual conduz à inautenticidade dos seres invadidos”. Nesse contexto, e particularmente no ensino de Ciências nacional, faz cada vez mais sentido uma prática pedagógica a partir de questões socioambientais que são, geralmente, condicionadas pelo modelo econômico capitalista; assim, sem a problematização das relações econômicas, socioambientais, científicas em torno, por exemplo, das pandemias e epidemias atuais, a impressão é de que tudo permanecerá ruindo como está, isto é, reduzindo nossas esperanças e capacidades de transformar a situação atual. Atualmente, estamos todos esperançosos por uma vacina ou medicamento que nos proteja do Coronavírus;

nesse sentido, buscamos sempre uma solução imediata, a curto prazo, para os nossos problemas, às vezes apenas acreditando na ciência e na tecnologia para apresentar essa solução; no entanto, se não formos capazes de refletir sobre como as ações dos homens e mulheres no mundo estão contribuindo para o desequilíbrio ambiental, teremos novas pandemias, além de outros problemas socioambientais. Nesse sentido, é preciso romper com abordagens de ensino que foquem somente em aspectos comportamentais, biomédicos ou cientificistas, diante dos problemas socioambientais, que não auxiliem neste processo reflexivo profundo, capaz de gerar novas posturas diante do mundo.

Freire (1996) argumenta sobre o fatalismo que, muitas vezes, nega a condição humana dos indivíduos que vivem em condições de opressão, em bairros pobres, sem direito à saneamento básico, sem água, tendo seus direitos negados. Para ele, a frase: “É triste, mas o que fazer? A realidade é mesmo esta”, guarda um determinismo, um discurso universal, ideológico, que nega aos indivíduos o direito de libertar-se, dada por indivíduos pragmáticos, em sua posição fatalista habitual, sempre a favor de quem domina a sociedade de classes (FREIRE, 1996). No contexto de pandemia que vivenciamos, observamos, algumas vezes, o discurso de que todos serão afetados de igual maneira; no entanto, a realidade tem sido outra, pois observamos que nem todo mundo possui condições financeiras de adquirir álcool em gel, ou outros produtos de higiene, de fazer quarentena (a exemplo de algumas classes trabalhadoras e moradores de rua); então, existe sim classes muito mais afetadas com a pandemia, e isto mostra um cenário de injustiça ambiental. Nesse panorama, podemos acompanhar os desdobramentos do capitalismo desde as políticas agrárias que fomentam o agronegócio e o desmatamento, contribuindo para o surgimento de pandemias, quanto nos desdobramentos cruéis em que essa situação tem acometido as diferentes classes sociais, ferindo para muitas o direito à dignidade. Nesse mesmo sentido, observamos cenários de injustiça provenientes da crise quanto ao acesso ao ensino à distância. Enquanto as escolas particulares conseguem manter uma rotina de estudos com os estudantes via internet, a rede pública permanece sem condições de fazer para todos, pois a maioria dos estudantes não possui acesso à internet, assim a pandemia mais uma vez escancara e acentua as desigualdades sociais. Segundo a Fundação Carlos Chagas (2020), em pesquisa realizada sobre educação escolar na pandemia, constatou que, metade dos professores acreditam que parte dos alunos não conseguem realizar as suas atividades, diminuindo significativamente a expectativa de aprendizagem. Virgínio (2020), chama a atenção para as desigualdades que emergem com mais força neste cenário, devido ao distanciamento dos alunos da escola pública das atividades escolares, ressaltando a necessidade de políticas públicas que providenciem o acesso à internet e a formação de professores para

atuarem neste novo contexto, a ausência de medidas que permitam o acesso dos estudantes às aulas, podem aprofundar ainda mais as relações de desigualdade já estabelecidas, conforme aponta Antunes (2020). Acrescenta-se a isto, o acesso à internet de estudantes da zona rural, quilombolas, indígenas, representados por quase seis milhões de alunos, sendo, portanto, latente a necessidade revogar a Ementa Constitucional (95-2016) que prevê o Teto de Gastos, para garantir o acesso e continuidade das atividades de ensino no cenário da pandemia, para evitar que minorias étnicas, pessoas do campo, estudantes LGBTI e os mais pobres, se afastem ainda mais da escola (OXFAM, 2020; UNESCO, 2020).

Cabe a nós, educadores/as, não cruzarmos os braços diante da miséria, diante de um discurso morno, perante as desigualdades, o qual nega a vida, os direitos, a consciência do inacabamento humano. Nesse contexto, julgamos mais que necessário o olhar problematizador no ensino de Ciências, na busca em aliar conteúdos curriculares com uma formação para a vida, que liberte, que forme de maneira integral os indivíduos, que não imobilize os indivíduos diante do discurso fatalista silenciador. Assim, é necessário que façamos os/as estudantes entenderem que o presente *está sendo*, e não que ele *é*, que o futuro não é inexorável. Assim, deve-se compreender a história como possibilidade, e não como determinação.

Na pedagogia freireana, observamos que o/a professor (a) se constitui como um agente facilitador, que tem empatia com os problemas dos/as educandos/as e da comunidade, pelas suas condições de vida, sendo que as propostas de ensino e aprendizagem devem se alinhar com essas problemáticas. Com isso, as leituras de mundo dos/as alunos/as são ponto de partida para a atividade pedagógica, pois eles/as não são considerados/as indivíduos sem conhecimento, sem leitura da realidade em que vivem. A pedagogia freireana concebe os indivíduos como capazes de conhecer sua realidade, entendê-la em sua totalidade e intervir nos problemas que lá existem. Assim, os indivíduos, enquanto seres cognoscentes, têm a sua autonomia valorizada no processo de reflexão-ação-reflexão.

Segundo os ideais freireanos, o/a professor (a) deve ser aquele (a) que estimula, anima e orienta o/a educando/a, em uma postura de humildade, respeito e diálogo. Assim, o/a professor (a) precisa ser empático/a com as situações existenciais dos/as educandos/as. Muitas vezes, tratamos em sala de aula da fome na África, mas não nos preocupamos se o/a aluno/a em nossa frente está em situação parecida. Essa sensibilidade em perceber os/as educandos/as em sua existência é dialógica, permitindo a problematização das condições de vida e denunciando condições de desigualdade, o que permite ao/à educando/a consciência crítica efetiva das suas condições de vida. Freire (1996, p. 29) afirma que “o/a professor(a) deve ser contra qualquer forma de discriminação, contra a dominação econômica dos indivíduos ou classes sociais”. Em

suas palavras, “sou professor contra a ordem capitalista vigente que inventou esta aberração: a miséria da fatura” (p. 28). O autor é contrário ao posicionamento mercadológico que sobrepõe os valores capitalistas de mercado aos valores humanos. O professor neste sentido, é propositor de currículos e não apenas mero executor, ele olha a realidade, a problematiza e compreende as condicionantes dos problemas vividos para instigar os seus alunos a olharem a realidade a partir de uma curiosidade epistemológica, de maneira intencional.

O pensamento de Paulo Freire, conforme destacamos acima, contribui ao pensamento crítico em Ciências, conforme apontam (SOUZA; CHAPANI, 2014; SOLINO, GHELEN, 2015; FURLAN, 2011), a partir do momento que defende a aproximação da cultura da ciência às pessoas comuns, encorajando nova postura de pesquisa por professores/as e alunos/as, incentivando o diálogo com outras cosmologias, formas de conhecimento, dando lugar a um pensamento interdisciplinar e multidisciplinar essencial no combate tanto a posturas que negam o valor da ciência, negacionistas, quanto posturas científicas. Possibilita, assim, o entendimento de que a ciência é construída por pessoas que são comuns, falíveis e, portanto, passíveis de erros. A abordagem freireana incentiva o desenvolvimento de uma postura ética e transformadora dos/as alunos/as sobre a realidade, reconhecendo-se como parte dela. Assim, é preciso que lancemos um olhar mais crítico, desvelando a complexidade que este problema apresenta, valorizando uma abordagem socioambiental, e não apenas comportamental ou biomédica. Muitas vezes, atribuímos exagerada fé na ciência e na tecnologia, de que cientistas poderão resolver os problemas da humanidade, mas precisamos entender que eles também possuem falhas, são carregados de valores e são influenciados por aqueles que estão no poder e quando tratamos de problemas socioambientais, as atitudes, os sistemas de produção, o consumismo, precisam ser urgentemente revistos para que possamos evitar o surgimento de novas crises ambientais. Esperamos que uma vacina seja, então, logo produzida e distribuída, e esperamos ainda que, outras doenças curáveis que são endêmicas no nosso país, como por exemplo, a Doença de Chagas, também recebam esta atenção quanto ao desenvolvimento de remédios que possibilitem a cura.

Freire esclarece que, por meio da análise das contradições que vivenciam, os indivíduos podem se posicionar frente aos problemas. Para o autor, é preciso entender um tema como uma contradição, na relação dialética com os mais variados campos de conhecimento, reconhecendo que é nas relações homem/mulheres-mundo que a dialética atua.

Ao observar as contribuições dos diferentes autores/as sobre o que é pensamento crítico, elaboramos o quadro abaixo (Quadro 4), o qual tem o objetivo de apresentar suas perspectivas e contribuições para o alcance de habilidades de PC. Os/as autores/as utilizados/as para a

definição de PC foram: Tenreiro-Vieira e Vieira (2005), Torres-Merchan (2014), Torres e Solbes (2018) e Freire (1996; 1982; 2006).

Quadro 4. Contribuições de diferentes autores/as para o alcance de habilidades de pensamento crítico.

Autores	Contribuições para o alcance de habilidades de pensamento crítico
Torres e Solbes	Ter uma visão de ciência como não neutra, falível, passível de erros, influenciada por valores particulares e relações de poder, histórica, relação com a tecnologia e possíveis desdobramentos na sociedade. Estar informado sobre o tema, detectar falácias, pesquisar sobre o assunto a partir de fontes credíveis, compreender as diferentes relações do tema com aspectos sociais, políticos, ambientais, econômicos, éticos e etc., realizar juízos éticos a partir da QSC, entendendo a contribuição dos mesmos para o cumprimento das necessidades humanas e para solução de problemas do mundo.
Torres Merchan	Analisar argumentos, propor soluções de problemas, estruturar maneira de pensar própria, ter posicionamento frente a situações de conflito cultural e científico, ter visão ampla sobre a ciência, seu modo de funcionamento, impactos na sociedade e no ambiente; entender o tema de maneira complexa, buscar soluções alternativas, se posicionar frente ao problema, realizar juízos éticos a partir de QSC.
Tenreiro-Vieira e Vieira	Argumentar com bases em evidências científicas, relacionar causa e hipótese, questionar validade de argumentos, conhecimento conceitual e axiológico sobre o problema, avaliar imparcialmente os diferentes pontos de vista, formular hipóteses, tirar conclusões, procurar inferências, pensar em soluções alternativas, ter postura questionadora, tomar decisões racionais na resolução de problemas pessoais e sociais que envolvem a ciência e a tecnologia.
Paulo Freire	Considerar a possibilidade de ser um cientista, considerando a vocação ontológica dos homens e mulheres em <i>ser mais</i> resultado do processo de humanização; entender que a ciência está na sua realidade e não apenas no laboratório; reconhecer diferentes formas de explicar e interpretar o mundo, realizar juízos éticos a partir da realidade existencial vivenciada pelos indivíduos; analisar contradições e desigualdades vivenciadas, pelo princípio da radicalidade e da totalidade, entender-se como ser condicionado, inacabados, histórico, compreender as relações de opressão existentes no seu contexto e no contexto global, analisando o acesso desigual a determinadas classes à tecnologia, bem como a ciência e os efeitos destas na sociedade marginalizada (dialética), reflexão-ação, assumir-se como agente fazedor de cultura; ser empático com o problema do outro; ter amor ao próximo e aos educandos, aliar seriedade docente, afetividade e ética; e ser humilde para que se possa respeitar a curiosidade dos educandos, promover o diálogo entre diferentes saberes, visão de ciência e tecnologia engajada com problemas sociais; professor facilitador e empático.

Fonte: elaborado pela autora.

Matarredona e Torres Merchan (2013); Torres e Solbes (2018) possuem uma concepção mais ampla de PC, se comparada com as concepções de Tenreiro-Vieira e Vieira (2013). “Torres e Solbes (2018) ampliam esse conceito, uma vez que ele não se limita apenas aos procedimentos envolvidos, mas engloba seus desdobramentos na sociedade, exigindo a tomada de posicionamento, assumindo a atividade científica como engajada socialmente” (MATARREDONA; TORRES MERCHAN, p. 13, 2013).

Os argumentos de Freire (1996; 1982; 2006) nos permitem elaborar habilidades de pensamento crítico que envolvem desde uma concepção de ciência e tecnologia envolvida por valores capitalistas, os benefícios de C e T para a sociedade, até a construção de uma visão mais humanista necessária na formação de sujeitos engajados socialmente, capazes de se aproximar da ciência, entender as suas aplicabilidades, formas de funcionamento e ideologias que nos afastam do trabalho científico. O entendimento pelos sujeitos de que a ciência está na sua realidade, e que o não acesso a determinadas tecnologias e conhecimentos científicos gera situações de desigualdade e sofrimento para a sua comunidade, pode gerar a disponibilidade para a ação, a partir da reflexão, resultando no engajamento informado, responsável.

Tais pressupostos são essenciais no alcance de PC, o qual, na perspectiva freireana, deve envolver a problematização também da realidade existencial, provocando o desvelamento da realidade, incentivando a intervenção na prática por meio da dialética. Nesse panorama, Freire (1962; 1996) pensa e problematiza as relações entre CTS, mas avança no sentido de pensar as condições dos homens e mulheres no mundo, a sua libertação e humanização para que possam questionar as contradições impostas pelo sistema capitalista, impulsionados/as por uma ciência e tecnologia “desproblematizada”, incentivando a construção e a análise de valores éticos e morais de empatia e mudança da realidade e avança muito mais; ao fazer isto tudo, na prática, ele não apenas ensina, teoriza, mas faz acontecer. Entendemos que a ciência e a tecnologia estão “desproblematizadas”, quando não percebemos as relações de poder e interesses particulares que envolvem a definição de agendas de pesquisa, o desenvolvimento delas, quando se omite os possíveis impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente e não os discute em sala de aula, legitimando visões neutras e deformadas no trabalho científico, potencializando situações de desigualdade.

Visando analisar o alcance do desenvolvimento de pensamento crítico pelos/as alunos/as, elaboramos um quadro analítico, baseado nos estudos de Tenreiro-Vieira (2013), Torres Solbes e Torres (2018) e Freire (1996; 2007; 1982), buscando construir inferências sobre o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico no âmbito do ensino de Ciências Naturais via Questão Sociocientífica com base na perspectiva CTSA e na pedagogia freireana, a partir de dados produzidos pelos grupos. Esses critérios, sete ao todo, foram sistematizados a partir do estudo teórico de referenciais sobre desenvolvimento de PC no contexto do trabalho com QSC/CTSA/FREIRE, sendo elencados no quadro 05, os quais servirão de referência para análise dos dados analisados nesta seção.

1. *Compreender a ciência como construção sociocultural, não neutra, suas relações com a tecnologia e desdobramentos na sociedade e no ambiente.* Entender que a atividade científica é passível de erros, feita por pessoas comuns, e que ela sofre influências do meio torna-se imprescindível quando pensamos em um ensino de Ciências crítico e reflexivo (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; TORRES; SOLBES, 2018). Ainda, nessa perspectiva, entender essas relações, envolve pensar em contribuições positivas e negativas da ciência e seus desdobramentos na sociedade e no ambiente. Partimos do pressuposto de que, para tornar-se crítico e reflexivo, o indivíduo precisa entender de que maneira a ciência é produzida e por quem, desconstruindo mitos com relação à imagem do/a cientista, que nos colocam em posição de inferioridade no alcance desse lugar na sociedade
2. *Estar informado sobre o tema, não se limitar a discursos dominantes, detectar falácias argumentativas, avaliar a credibilidade das fontes, tendo em vista interesses particulares, adotar postura questionadora em torno dos debates envolvendo C-T-S-A.* Acreditamos que saber selecionar fontes de informação confiáveis, baseadas em dados científicos, é tarefa essencial quando pensamos em detectar falácias argumentativas (TORRES; SOLBES, 2018; CONRADO; CONRADO, 2016). Nesse sentido, quando trabalhamos com QSC, precisamos selecionar dados que sejam baseados em princípios científicos e não cientificistas, que de fato, ajudem a solucionar/entender o problema sociocientífico, uma vez que a produção e divulgação de dados envolvem interesses particulares e relações de poder que precisam ser desveladas, para que se adote uma postura de dúvida/questionamento diante das relações entre o social e o científico, permeadas por relações entre C-T-S-A (ANDRADE, 2016; SANTOS, 2009).
3. *Compreender a QSC de maneira ampla, integral, estabelecendo relações do problema estudado com dimensões éticas, políticas, sociais, ambientais, morais, culturais, filosóficas, aproximando-se rigorosamente do objeto cognoscível.* Partimos da compreensão de que o ato de pesquisar é tarefa essencial para o/a professor (a) pesquisador (a), conforme nos alerta Freire (1996), o qual defende que, para que se consiga chegar à criticidade devemos ser curiosos/as, rigorosos/as no processo de descoberta do objeto que pretendemos conhecer. Nessa perspectiva, compreender uma QSC de maneira integral exige uma aproximação intensa com os mais variados aspectos que envolvem o problema, para que se possa construir uma visão complexa, crítica, capaz de orientar tomadas de decisões informadas e

responsáveis e ações sociopolíticas comprometidas com a justiça socioambiental (HODSON, 2018; BENCZE *et al.*, 2018).

4. *Considerar a possibilidade de ser um(a) cientista, entender que a ciência está na sua realidade.* Acreditamos que ver a ciência como realizada por cientistas que têm uma imagem elitizada, normalmente branca, sexista, afasta pessoas comuns e inclusive mulheres deste tipo de atividade. Esse processo envolve a recusa de discursos fatalistas sobre o seu lugar no mundo, a partir da convicção de que a mudança é possível, pois devemos promover a reflexão dos/as alunos/as, pensando na vocação ontológica dos homens e mulheres em *se humanizar*, considerando a historicidade da vida, da realidade, contra o fatalismo que nega a humanidade (FREIRE, 1996). Entender que a ciência está no contexto existencial também é um sinal de pensamento crítico, pois é comum a visão de que a ciência somente é realizada no laboratório, pautada na observação e na experimentação científicas, que cria uma imagem “ingênua” da ciência e do cientista, reforçando imagens elitistas (homem, branco, gênio), que em nada contribuem para a aproximação dos/as estudantes com a ciência escolar e acadêmica (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Ainda, nesta perspectiva, entendemos que o indivíduo precisa se ver como cientista, ou seja, apropriar-se do discurso, das ferramentas e do raciocínio científico, ver e mobilizar a ciência no seu cotidiano.
5. *Realizar juízos éticos a partir da QSC, entendendo a contribuição deste para o cumprimento das necessidades humanas e para solução de problemas do mundo e do próximo.* Partindo do princípio de empatia, apresentado na literatura freireana, pensamos que realizar juízos éticos a partir de QSC envolve tanto uma visão complexa e integral do problema, para que o indivíduo entenda as mais variadas nuances que ali estão envolvidas, quanto nos colocar no lugar das pessoas que sofrem determinado problema, em determinada comunidade, no sentido de não apenas resolver o problema de maneira analítica, mas aproximando-se dos impactos sofridos pelo indivíduo que está próximo e que vivencia experiências desumanizantes, contribuindo para a aquisição de valores de bem-estar social local e global (BENCZE; 2018; HODSON, 2011).
6. *Reconhecer diferentes formas de explicar e interpretar o mundo, considerando os conhecimentos do senso comum e científicos para o desenvolvimento da curiosidade epistemológica e de práticas que priorizem o bem-estar socioambiental.* A perspectiva freireana nos oferece subsídios para pensar o ensino

de Ciências reflexivo, uma vez que, para o autor, precisamos questionar o pedestal epistemológico em que as Ciências Naturais muitas vezes se encontram em relação a outras ciências, bem como em relação a outras formas de conhecer (FREIRE, 1996). Sendo assim, na resolução de problemas envolvendo QSC no ensino de Ciências, precisamos reconhecer outras formas de explicar o mundo, outras epistemologias, para que não seja reforçado o cientificismo velado pela própria ciência (BAPTISTA, 2015; COBERN; LOVING, 2001). Reconhecer outras epistemologias significa permitir o diálogo entre os saberes da tradição, do senso comum e da ciência, no sentido de ampliação, demarcação, e não de anulação de conhecimentos produzidos no seio das comunidades tradicionais. Esta ampliação poderá permitir o desenvolvimento da curiosidade epistemológica, que não é ingênua, pois se aproxima cada vez mais metodicamente do objeto cognoscível (FREIRE, 1996).

7. *Tomar decisões fundamentadas em aspectos éticos, morais, políticos, econômicos e científicos, promovendo ações capazes de levar melhorias à sua realidade existencial.* Para que os indivíduos tomem decisões fundamentadas, é preciso estarem bem informados e, acima de tudo, entenderem a dinâmica social e política em que vivem, não de maneira ingênua, mas questionadora e utópica, para que possam se indignar diante dos fatos, acreditar que a mudança é possível e agir. Assim, podem entender o futuro como possibilidade, e não como determinação, como algo inexorável, engajando-se na tarefa de, ao constatar, intervir, problematizando o hoje, as condições de vida, as negações à dignidade humana, não se adaptando a discursos deterministas, fatalistas, ou mesmo à fome, ao medo, ao desconforto, à falta de higiene experimentados (FREIRE, 1996).

No quadro 05 abaixo, organizamos os critérios explanados acima, considerando as habilidades que se espera alcançar no desenvolvimento de PC, bem como as dificuldades que impedem o alcance de tais habilidades, a partir da literatura supracitada.

Quadro 05: Habilidades esperadas para o alcance de PC a partir da abordagem de QSC.

Habilidades de uma pessoa com pensamento crítico que aborde QSC	Dificuldades que impedem o alcance de habilidades de pensamento crítico
1. Compreender a ciência como construção social, não neutra, suas relações com a tecnologia e desdobramentos na sociedade e no ambiente	Compreender a ciência como um conhecimento elitista, ahistórico e descontextualizado. Não visualizar os problemas enfrentados pela sociedade decorrentes do desdobramento da ciência e tecnologia na sociedade e no ambiente.

2. Estar informado sobre o tema, não se limitar a discursos dominantes, detectar falácias argumentativas, avaliar a credibilidade das fontes, tendo em vista interesses particulares, adotar postura questionadora em torno dos debates envolvendo C-T-S-A.	Limitar-se a discursos dominantes, sem questionar as informações encontradas, desconhecendo interesses que subjazem a discursos autoritários, sem fundamentos científicos e éticos.
3. Compreender a QSC de maneira ampla, integral, estabelecendo relações do problema estudado com dimensões éticas, políticas, sociais, ambientais, morais, culturais, filosóficas etc., aproximando-se rigorosamente do objeto cognoscível.	Não se aproximar de maneira profunda do objeto a ser estudado, apresentando visão unidimensional, descontextualizada das múltiplas relações CTSA, sem observar os efeitos científicos e tecnológicos na sociedade.
4. Considerar a possibilidade de ser um (a) cientista, entender que a ciência está na sua realidade.	Ver a atividade científica como algo inerente de gênios isolados em um laboratório, geralmente homens, brancos, sem participação coletiva e colaborativa. Compreensão de que o cientista trabalha apenas no laboratório e que portanto, a ciência se resume ao que acontece nesse espaço.
5. Realizar juízos éticos a partir da QSC, entendendo a contribuição dos mesmos para o cumprimento das necessidades humanas e para solução de problemas do mundo e do próximo.	Visão neutra da atividade científica, não compreendendo a necessidade de mudança de posicionamento e de aquisição de valores que ajudem no bem-estar social local e global.
6. Reconhecer diferentes formas de explicar e interpretar o mundo, considerando os conhecimentos do senso comum e científicos para o desenvolvimento da curiosidade epistemológica e de práticas que priorizem o bem-estar socioambiental.	Considerar a ciência como única forma de conhecer e explicar o mundo; não dialogar com epistemologias do senso comum e provenientes do conhecimento tradicional.
7. Tomar decisões fundamentadas em aspectos éticos, morais, políticos, econômicos e científicos, para promover ações capazes de levar melhorias à sua realidade.	Ser passivo, ter atitude conformista diante dos problemas sociocientíficos vivenciados em sua realidade.

Fonte: Elaborado pela autora (2019) adaptado de Torres e Solbes (2018) e Freire (1995).

2.4 ASPECTOS DE COMPLEMENTARIEDADE ENTRE AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS E A PEDAGOGIA FREIREANA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

Este trabalho, inspirado na pedagogia freireana, se insere no âmbito da politização dos/as educandos/as, partindo do princípio de que os seres humanos devem compreender a sua realidade para, para denunciar e anunciar novas perspectivas de mudança. Freire (1967) pensava em uma alfabetização ligada à democratização da cultura. Nesse processo, os seres humanos não seriam pacientes, recebedores de regras e palavras, mas seriam seres protagonistas do processo de libertação e aprendizagem. Assim, os sentidos das palavras se manifestam por meio do contato com o contexto dos/as educandos/as, partindo de questões existenciais, levando-os/as a refletir sobre a sua vocação ontológica em ser sujeitos, e não massa, considerando a historicidade humana. O autor esclarece que

Pensávamos numa alfabetização que fosse em si um ato de criação, capaz de desencadear outros atos criadores. Numa alfabetização em que o homem, porque não fosse seu paciente, seu objeto, desenvolvesse a impaciência, a vivacidade,

característica dos estados de procura, de invenção e reivindicação (FREIRE, 1967, p. 104).

O indivíduo precisa descobrir-se como fazedor do mundo da cultura, por meio da modificação da natureza, à medida que o indivíduo se reconhece como a gente transformador e constituidor de cultura, ele então, reconhece o seu valor, a sua força. Somente a partir da transição de uma consciência real efetiva para uma consciência máxima possível seria possível romper com a inexperiência democrática que assolava o povo em decorrência das contradições políticas da época em que Paulo Freire desenvolveu sua pedagogia. Através da construção do espírito questionador e participativo, seria possível evitar a propagação ainda maior da massificação, em um contexto onde cerca de um terço da população era analfabeta (FREIRE, 1982). Freire avançou ao pensar no sentido de uma pedagogia que proporcionasse a compreensão e a intervenção crítica na realidade existencial dos indivíduos, bem como que considerasse esses indivíduos como seres capazes de se transformar e de transformar a sua realidade, em discurso arduamente crítico e inconformado contra o fatalismo desumano do capitalismo e do neoliberalismo que os assolavam em seu cotidiano (FREIRE, 1968; 1997).

Na sociedade atual, visualizamos a necessidade de pensarmos em currículos que proporcionem aos indivíduos a compreensão crítica do seu próprio papel político e social, que permitam a construção de valores e que, sobretudo, preparem os indivíduos para a construção de conhecimentos científicos sem desconsiderar seus saberes existenciais (FREIRE, 1968). Faz-se necessário repensar o sentido e o objetivo da educação brasileira, não somente tendo em vista as suas necessidades socioculturais particulares, mas visando nos aproximar do sentido que a educação deve ter para uma nação, a qual deve prezar tanto a formação conceitual dos/as educandos/as, através da leitura da palavra, quanto a formação humanística, construída a partir da leitura do mundo, no diálogo homem/mulher-mundo constante (FREIRE, 1968; 1997; 1995). A pedagogia freireana ressalta que a educação deve ter o papel de resgatar valores voltados para a emancipação humana.

As Questões Sociocientíficas (QSC) podem proporcionar um ensino crítico através da contextualização das relações entre CTSA, no ensino de Ciências Naturais, o que permite a problematização de concepções tecnicistas, científicistas e negacionistas presentes na atualidade (PEDRETTI, 2013). Os pensamentos do educador Paulo Freire (1995) convergem com o trabalho com QSC na perspectiva CTSA, no que tange à necessidade de refletirmos sobre uma abordagem de ensino que vise a formação integral (desenvolvimento de conceitos, valores, habilidades e atitudes) e a politização dos/as educandos/as, para que eles/as

compreendam a dinâmica política e ideológica do seu contexto e se tornem capazes de intervir nele (HODSON, 2018, BENCZE et al. 2018; SANTOS, 2009).

Nesse sentido, a problematização, entendida a partir do trabalho com QSC na perspectiva CTSA, se dá na medida em que conseguimos desvelar contradições que envolvem pressupostos científicos e tecnológicos, interesses particulares, acesso e impactos na sociedade e ambiente. Assim, essa problematização geralmente surge do contexto sociopolítico atual global ou local (RATCLIFFE; GRACE, 2003; HODSON, 2011), direcionado pelo/a professor (a) e não necessariamente pelas demandas locais, como na pedagogia Freireana. A problematização na perspectiva freireana envolve o desvelamento de contradições vivenciadas na realidade existencial, que podem incluir aspectos C e T, mas não necessariamente ou pode incluí-las em menor ou maior profundidade. Assim, na educação problematizadora o/a professor (a) elabora perguntas que busquem desvelar/desmistificar as relações de homens e mulheres com o mundo, buscando analisar criticamente o contexto, bem como superar os limites. Santos (2008) propunha uma ressignificação da abordagem CTS a partir do referencial freireano, pois, para ele, não devemos somente nos questionar sobre o uso ou não de aparelhos eletrônicos, aspectos relacionados à natureza da ciência e aos impactos no ambiente, mas também questionar o modelo excludente que a ciência e a tecnologia reproduzem, quem tem mais acesso a seus benefícios, quem sofre mais com seus desdobramentos negativos. De maneira radical, para ele, essa seria uma maneira de aliar a educação CTS e aspectos sociocientíficos com a pedagogia freireana, que permitiria uma educação política que busca a transformação do modelo racional de ciência e tecnologia excludente para um modelo voltado para a justiça e igualdade social (SANTOS, 2008). Atualmente, têm sido desenvolvidas propostas de ensino que buscam partir do ensino QSC/CTSA a partir de demandas locais, no entanto, em sua essência, esses temas podem surgir do contexto midiático, global, local, ou até mesmo das necessidades apontadas pelos/as professores/as (HODSON, 2011).

Para Santos (2008) e Barret e Pedretti (2006), a perspectiva CTSA e a pedagogia de Paulo Freire se aproximam pela intenção de um ensino de Ciências voltado para questões políticas, comprometido com a transformação do mundo. E para compreender a realidade, desvelar as relações CTSA, nos dias atuais, é cada vez mais necessário. Ainda, neste panorama, para Muenchen e Auler (2013), a articulação entre os ideais freireanos e a perspectiva CTS está na luta pela democratização da participação pública nos problemas sociais e na vocação ontológica do ser humano em humanizar-se. Um aspecto que aproxima CTS de Freire é a preocupação com o ensino propedêutico, no caso do ensino de Ciências, voltado para a

formação do cientista, considerando a utilidade do ensino apenas para seu uso em momento futuro, reflexo da separação entre teoria e prática, entre o mundo da escola e o mundo da vida, levando a questionamentos em salas de aulas de Ciências Naturais frequentes, como: para quê eu preciso saber disso? (AULER, 2007). Assim, partimos do pressuposto que é preciso questionar a proposta curricular existente, bem como os métodos de aprendizagem, uma vez que ambos guardam ideologias que definem, em grande medida, o sucesso da aprendizagem escolar, levando em consideração as relações entre escola e sociedade. “Nesse sentido, a educação não pode continuar presa à ênfase exagerada dada aos pré-requisitos, pautada pela separação do tempo de aprender do tempo de viver” (AULER, 2007, p. 172).

O conceito de problematização é pensado por Freire a partir da necessidade de buscar, naquilo que os/as estudantes já trazem da sua vivência, os valores que darão sentido ao aprendizado em sala de aula. “Essa problematização é capaz de criar uma lacuna e gerar no/a educando/a a necessidade de querer aprender aquilo que ainda não sabe” (AULER; DALMOLIN FENALTI, 2009, p. 07), desafiando-o/a a construir novos sentidos sobre sua realidade existencial, favorecida pela dialogicidade. A problematização, nessa perspectiva, consiste em trazer à tona as contradições e situações-limite vivenciadas pelos indivíduos em seu contexto, buscando desvelar as suas condições de opressão, fazendo com que o educando busque conhecer aquilo que ainda não sabe. Assim, conforme nos orienta Saviani (1996, p. 14) “a essência do problema é a necessidade” a necessidade de saber que precisa aprender sobre algo, a consciência de que falta algo para aprender. A problematização nesta perspectiva não é algo dado, mas construído a partir do olhar e das falas de quem vive a realidade, a partir do processo pelo qual estes olhares foram construídos (RICARDO, 2003). Neste panorama, a problematização, em Freire, possibilita o diálogo entre homens/mulheres e mundo e entre professores e alunos, à medida que, em todo o método freireano existe a necessidade de diálogo entre estes, desde os círculos de investigação temática, até a aplicação em sala de aula (RICARDO, 2003). A contextualização, na perspectiva freireana, envolve não apenas trabalhar com o contexto, mas com o sentido que o problema tem naquele contexto, para aquelas pessoas. Na contextualização, toma-se a realidade como ponto de partida e de chegada, o indivíduo retorna o olhar para determinado problema/situação com possibilidades de denúncia e anúncio/proposições de mudança.

A dialogicidade e a problematização promovem o exercício da ação e da reflexão, levando ao conceito de práxis, bem como à formação do pensamento crítico, possibilitando o questionamento das contradições sociais e levando ao desvelamento pelo/a oprimido/a de sua realidade opressora. O uso de QSC, na vertente da justiça socioambiental, no ensino de

Ciências também tem sido pensado nesse aspecto, pois, através da dialogicidade e da problematização, busca-se a formação de indivíduos que compreendam os problemas da realidade local ou global e busquem formas de solução desses problemas, por meio de ações sociopolíticas (HODSON, 2004). Estas duas perspectivas também dialogam no sentido de valorizarem a aprendizagem de saberes sistematizados a partir do contexto. No entanto, nesta perspectiva o diálogo não é central no processo de busca das QSCs, os temas podem ser escolhidos pelos estudantes, sem relação com a sua realidade existencial.

No entanto, na perspectiva freireana, estes saberes são construídos a partir de temas geradores locais, enquanto, na perspectiva CTSA, parte-se de temas controversos que contemplam ciência e tecnologia, que podem ser originados tanto do contexto global quanto local. Vale ressaltar que Freire (1996) construiu sua crítica ao processo de alfabetização e formação humana, impulsionado por ideais de igualdade entre os indivíduos, enquanto o uso de QSC, na perspectiva da justiça socioambiental da educação CTSA, teve sua origem impulsionada principalmente por uma visão crítica aos problemas socioambientais gerados pela ciência e pela tecnologia. O que converge, portanto, entre as duas perspectivas é principalmente a busca por melhores condições de vida para as pessoas a partir do olhar crítico sobre o mundo, o desenvolvimento de um posicionamento político e a necessidade de uma nova agenda curricular.

Freire (1997) ressalta que é necessário o olhar crítico sobre os avanços científicos e tecnológicos, a partir do qual deve-se questionar a serviço de quem esses avanços estão, qual ética lhes é subjacente, quais valores lhes impulsionam, a quais pessoas seus resultados servem. O pensamento freireano contribui no sentido de um pensar ciência e tecnologia e seus impactos na sociedade e ambiente preocupado com a dignidade e a sobrevivência das pessoas comuns dadas pelos impactos que uma sociedade produz a partir do desenvolvimento científico e tecnológico.

Nesse aspecto, Freire (1996) ressalta a importância de discutir problemas que representam contradições sociais, como, por exemplo, a poluição das águas, que retira das pessoas o direito pela água limpa, e a falta de saneamento básico e os lixões, que oferecem risco à saúde das pessoas, questionando também o agravamento desses problemas em bairros de classes menos favorecidas, através, mais especificamente da “*redução temática*”. Por outro lado, a seleção dos conteúdos no trabalho com QSC/CTSA, muitas vezes, ocorre a partir do contexto global ou local, sobre temas que envolvem ciência e tecnologia. Acreditamos que partir de problemas locais para ensinar Ciências torna o processo de ensino e aprendizagem muito mais significativo e envolvente, uma vez que estamos relacionando o conteúdo da

disciplina com problemas da realidade existencial dos/as educandos/as. Mais especificamente, segundo Auler *et al.*, (2007, p. 31)

No que diz respeito à relação tema/conteúdo, nos trabalhos que envolvem a pedagogia freireana, o conteúdo é selecionado a partir do tema, e nos trabalhos CTS há tanto intervenções que partem dos temas, como também ocorre o inverso, ou seja, os temas podem ser selecionados a partir do conteúdo.

Da mesma forma, os materiais didáticos na pedagogia freireana devem partir do contexto dos/as alunos/as, problematizando-o em sua realidade, o contexto em suas contradições. Nesse sentido, a apropriação dos materiais didáticos pelo/a professor (a), deve ser realizada tendo em vista as necessidades do contexto, como instrumentos de apoio, devendo ser elaborados a partir da realidade local, problematizando as relações com a natureza e com o mundo. Essas relações eram trabalhadas a partir de algumas fichas de cultura, que apresentavam temas que abordavam a relação homem e natureza, o homem e sua realidade. Já no trabalho com QSC/CTSA, o material didático pode ser livros e textos de divulgação científica, vídeos e reportagens em articulação com o livro didático, bem como o próprio caso, o qual pode ser contextualizado com a realidade dos/as alunos/as. No trabalho com QSC/CTSA, geralmente não se inicia com uma análise das contradições do contexto, mas sim da discussão particular de situações inspiradas na realidade existencial, e, posteriormente, se colocam as controvérsias com base nos problemas socioambientais da situação (BENCZE; ALSOP, 2009; HODSON, 2011). Na perspectiva freireana, deve-se partir de contradições do contexto local e também global.

Quanto ao papel do/a professor (a), na perspectiva freireana percebemos que o/a mesmo/a não deve esconder a sua posição política, sendo que ele/a não deve obrigar o/a aluno/a a votar, por exemplo, em determinado/a candidato/a, mas deve apontar quais são os pressupostos político-partidários que aquele/a candidato/a compartilha (FREIRE, 1968). Para Santos (2008) se o/a professor (a) for apolítico/a, estará, mesmo sem querer, defendendo a ideologia dominante imposta pelos sistemas científicos e tecnológicos. “Essa posição política exige o comprometimento político do/a professor (a) com a transformação social, tendo em vista o contexto de desigualdade presente no processo de globalização atual e buscando construir uma sociedade mais igualitária e justa” (FREIRE, 1970, 1996, p. 34). “Assim, o papel do/a professor (a) não está em revelar a realidade dos/as educandos/as, mas em ajudá-los/as a compreender a realidade por si sós” (SANTOS, 2008, p. 126), desvelando-a em suas contradições, injustiças, pela análise crítica, entendendo que os/as estudantes são seres inacabados, mas que estão em constante processo de construção em seu contato com o mundo.

O papel do/a professor (a), nesse sentido, deverá ser o de intervir para que as pessoas reconheçam o seu papel transformador e que a mudança é possível, percebendo o quanto fazem parte do mundo e da sua cultura. Por isso é que ensinar exige humildade e respeito aos saberes dos/as educandos/as, lhes querer bem, sabendo escutar *com eles* o mundo a sua volta. Isso é possível por meio da decodificação do mundo, conforme salientou Freire (1970). “Dessa forma, o papel do professor não é impor valores ou dar a solução para os problemas sociocientíficos, mas ajudar o/a educando/a a compreender diferentes valores e alternativas para selecionar por si mesmo/a o caminho possível a percorrer (SANTO, 2008, p. 123). No livro *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa* (1996) Freire discute algumas questões fundamentais para a formação de professores. Para Freire (1996), não há docência sem discência, uma vez que ensinar envolve um diálogo em que tanto docente quanto discente anunciam o mundo, buscando desvelá-lo. Assim, o/a professor (a) não deve se preocupar apenas em transferir conhecimento, mas entender que este se constrói na prática, na práxis. Esses princípios, portanto, devem fundamentar a sua prática, uma vez que o professor deve saber escutar *com os alunos*, construindo um argumento/diálogo com ele, dentro da estrutura de uma aula também fomentadora do diálogo, e não apenas expositiva.

Desse modo, o papel do/a professor (a) não se encerra no ensino, pois é preciso continuar corporeificando a palavra, para que a sua prática seja crítica. O/a professor (a), nessa pedagogia, é empático/a, facilitador (a) e impulsionador (a) do trabalho dos/as alunos/as, objetivando uma formação humanística. Assim, para Freire (1996), ensinar exige querer bem aos/às educandos/as, o que significa que o/a professor (a) não deve ter medo de expressar a sua afetividade, pois não há dicotomia entre seriedade profissional e afetividade, podendo ambas existirem na relação professor (a) e aluno/a. Complementa o autor, ainda, que “o que não posso obviamente permitir é que minha afetividade interfira no cumprimento ético de meu dever de professor no exercício da minha autoridade” (FREIRE, 1996, p. 141). Essa defesa de uma prática afetiva em sala de aula encontra-se também no trecho a seguir: “Desde que não prejudique o tempo normal da docência, não posso fechar-me a seu sofrimento ou a sua inquietação porque não sou terapeuta ou assistente social, mas sou gente” (FREIRE, 1996, p. 144).

Já no trabalho com QSC/CTSA, na vertente da justiça socioambiental, não há, pelo menos de maneira explícita, uma preocupação do/a professor (a) em exercer esse papel de empatia com o problema do/a aluno/a, de impulsionar e motivar. Nessa perspectiva, o/a professor (a) busca sistematizar, sequenciar a construção do conhecimento visando à resolução do problema. Aqui, o/a professor (a) pode posicionar-se, para mostrar a importância

de não se abster disso, mas recomenda-se que não faça proselitismo (HODSON, 2013; 2018) a respeito de seu posicionamento político, sendo o posicionamento do/a aluno/a construído por suas próprias escolhas, a partir das leituras e discussões sobre o tema.

Embora a reflexão na *Educação Problematizadora* enfatize o desvelamento da realidade, a dialogicidade, que prioriza a participação das pessoas no seu próprio processo educativo, contribui de maneira significativa para que o educando aponte as suas dificuldades em torno da construção do conhecimento, tomando consciência sobre a importância deste processo e do seu papel transformador. Para nós, as obras de Freire, de maneira geral, deixam clara a sua preocupação com a aprendizagem de conceitos, pois não findava em desvelar a realidade, o que correspondia ao ponto de partida dos processos educativos, para a qual retornaria toda a reflexão em forma de práxis. Nesse sentido, é que o educador defende que o/a professor (a) auxilie o/a educando/a a se reconhecer enquanto construtor (a) de sua prática cognoscitiva, de modo que “é ensinando matemática que ensino também como aprender e como ensinar, como exercer a curiosidade epistemológica indispensável à produção do conhecimento” (FREIRE, 2005, p. 122).

Quanto à compreensão do problema, na perspectiva freireana, há uma preocupação explícita em problematizar, estudar o problema a partir de diferentes áreas do saber, considerando os conhecimentos prévios dos/as alunos/as, sua percepção de mundo, uma vez que o diálogo é elemento fundante dessa pedagogia. Faz-se necessário, portanto, um olhar do problema a partir das vivências das pessoas, que, nesse contexto, vivenciam as contradições que negam a sua dignidade. Em contrapartida, no trabalho com QSC/CTSA, apesar de ser interdisciplinar, no ensino de Ciências, a compreensão do problema é construída inicialmente a partir de diferentes áreas da ciência, posteriormente conectando com outras áreas do conhecimento (PEDRETTI; NAZIR, 2011). Busca-se uma compreensão mais analítica do problema, procurando entendê-lo em si. Particularmente, na vertente de justiça socioambiental, busca-se resolver problemas relacionados à QSC, a partir do planejamento e da implementação de ações sociopolíticas, além da promoção de ativismo individual ou coletivo (BENCZE *et al.*, 2018; HODSON, 2011; ALSOP; BENCZE, 2014). Contudo, quando não possuem esse compromisso com a educação crítica, algumas propostas CTS podem:

Enfatizar um modelo de tomada de decisão tecnocrática em relação a custos e benefícios, as quais enfatizam muito mais passos racionais na tomada de decisão do que desenvolvimento de valores para ação responsável que seria requerido em uma perspectiva humanística na visão freireana (SANTOS; MORTIMER, 2001, p.13).

Os objetivos do ensino nessas duas perspectivas são semelhantes, no entanto, a perspectiva freireana permite o alcance de habilidades mais complexas, sem necessariamente, envolver relações CTSA. Os objetivos de ensino, na perspectiva freireana, focam a formação humana, crítica, libertadora, provocando esperança, sendo contra o fatalismo desesperançoso que faz os homens e mulheres desconhecerem a capacidade e o poder que têm em transformar a realidade por meio da sua força de trabalho. No trabalho com QSC/CTSA, de um modo geral, os objetivos de ensino estão voltados para a formação cidadã e para a compreensão crítica da ciência e da tecnologia e de seus impactos na sociedade e no ambiente (PEDRETTI; NAZIR, 2011). Ambas as perspectivas possuem a preocupação com a formação crítica e cidadã, mas Freire avança na perspectiva humanística, esperançosa, a qual deve estar presente nas práticas de ensino, para que os/as oprimidos/as se sintam capazes de dizer a sua palavra. Na perspectiva freireana, os delineamentos dos objetivos de ensino são realizados junto com a comunidade e legitimados por ela, enquanto na perspectiva CTSA esses objetivos podem ser organizados por professores e alunos, sem necessariamente envolver a vivência na qual determinado problema surgiu.

Paulo Freire defende que o ensino enfatiza a dialogicidade e a problematização, que ultrapasse a educação bancária⁸. A dialogicidade é entendida como pensar crítico, no qual o indivíduo questiona a sua posição enquanto membro da sociedade, que possui direitos e deveres e que, portanto, deve posicionar-se a todo o tempo diante da ordem política e ideológica que lhe é posta (SANTOS, 2008). O diálogo, na perspectiva freireana, é aspecto central no processo formativo, uma vez que as questões vão surgindo no contato com os/as educandos/as, a partir de suas falas, inquietações e vivências. No trabalho com QSC/CTSA, geralmente, o diálogo é sistematizado, partindo de objetivos definidos previamente a partir da questão sociocientífica estudada. Contudo, a própria escolha da QSC pode partir dos estudantes, se estes já tiverem familiaridade com o trabalho nesta abordagem (HODSON, 2013; 2018).

Quanto à aprendizagem dos conteúdos, a perspectiva freireana valoriza a aprendizagem de saberes sistematizados a partir do contexto local, atrelada à análise crítica de como funciona a sociedade. Assim, o conteúdo surge a partir das problematizações sobre o tema. Segundo Freire (1997, p. 23),

O educador progressista deve defender o direito que os/as alunos/as das classes oprimidas têm de saber, igualmente aos demais estudantes, a matemática, a física e a

⁸ Paulo Freire usava a expressão educação bancária para indicar aquela educação em que os conteúdos são transmitidos do/a educador (a) ao/à educando/a de forma fragmentada, apresentando uma realidade estática aos/às estudantes, de forma alienante, inibindo a força transformadora da educação. Na educação bancária o saber passa de quem sabe para quem é julgado nada saber, sendo uma manifestação instrumental da ideologia da opressão pela absolutização da ignorância (FREIRE, 1970).

biologia, sendo que esse conhecimento não deve ser construído alheio à análise crítica de como funciona a sociedade.

Observa-se ainda, nessa perspectiva, a necessidade de se confrontar os saberes existenciais com o conhecimento sistematizado, considerando os mesmos como diferentes, porém complementares. Por ser uma prática essencialmente dialógica, nessa perspectiva a aprendizagem dos conteúdos não se estabelece sem antes o professor acessar os conhecimentos prévios dos/as alunos/as, os/as quais devem ser confrontados/as com as novas aprendizagens e questionamentos. Nessa perspectiva, ainda, os conteúdos são subordinados aos Temas Geradores (TG) e são selecionados para compreender o TG e também para superar o mesmo. A partir da problematização dos conteúdos que emergem do TG, os alunos podem repensar o mundo. No trabalho com QSC/CTSA, os conteúdos inicialmente envolvem questões de natureza da ciência e da tecnologia, de linguagem científica, de valores e interesses no desenvolvimento científico e tecnológico, além de conexões do conteúdo científico com aspectos sociais, históricos, políticos, econômicos e culturais (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

No que se refere a aspectos relacionados à didática empregada para a aprendizagem de conceitos, em cada abordagem, acreditamos que a aprendizagem de conteúdos na perspectiva freireana atende a ideais construtivistas. Corresponde a uma didática não autoritária em que o/a aluno/a é ativo/a nos processos de busca e construção do conhecimento. Algumas abordagens de ensino com base em QSC/CTSA têm utilizado as dimensões CPA dos conteúdos (ANDRADE, 2016; CONRADO, 2016; 2018; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; PAIVA, 2018, dentre outros). A tipologia dos conteúdos é proposta por Zabala e Arnau (2010), os quais apresentam uma concepção mais ampla de conteúdos, na medida em que a aprendizagem destes envolve aspectos cognitivos, sociais e comportamentais, no sentido de desenvolvimento de atitudes e valores. Nessa perspectiva, o/a aluno/a é também sujeito construtor de conhecimento. Atualmente, vivenciamos a necessidade de incluir, nos objetivos da alfabetização científica, aspectos relativos ao desenvolvimento de valores e normas, uma vez que, valores particulares estão presentes no campo da ciência em sua interação com a sociedade.

“A educação, na perspectiva CTSA, tem caráter crítico e a organização do ensino por meio das dimensões de conteúdo CPA visa uma formação integral dos/as estudantes” (PAIVA, 2019, p. 184). Devemos então, pensar em espaços formativos, que envolvam os estudantes em ações sociopolíticas. Essas ações, quando realizadas a partir de um problema real, têm papel formativo importante, à medida que objetivam o desenvolvimento da responsabilidade social a partir do estudo de questões éticas sobre as interações entre CTSA (REIS, 2013; ROTH, 2014). Conforme esses autores, precisamos discutir, nas aulas de Ciências, temas relevantes em uma

abordagem integral que mova os/as estudantes para uma tomada de posição quanto aos problemas que eles/as vivenciam na atualidade. Por exemplo, os problemas relacionados ao uso de agrotóxicos, dengue, desmatamento, ausência de saneamento básico, dentre outros, estão envoltos por uma série de questões que interferem vida cotidiana do cidadão e, por isso, requerem um posicionamento ético e moral; portanto, levar em conta a formação de valores em sala de aula é imprescindível. Para isso, é preciso avançar em relação ao significado de currículo, bem como a dicotomias na relação teoria e prática, em direção a propostas de ensino participativas e engajadas, capazes de questionar modelos de decisões tecnocráticos, a supostas neutralidade e o modelo linear de desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

As dimensões CPA, conforme Reis (2013), são necessários para a formação de conhecimentos e atitudes para a vida. Utilizamos as dimensões CPA como forma de organizar os objetivos de aprendizagem, entendendo que os objetivos da escola e do currículo de Ciências devem estar além das necessidades do mercado de trabalho, mas focando no desenvolvimento de habilidades para uma formação para a sua libertação.

Quanto à relação entre teoria e prática, a pedagogia freireana adota, por meio dos seus pressupostos teóricos e metodológicos, o conceito de *práxis*, o qual significa compreender e intervir na realidade na busca pela construção de identidades capazes de superar as contradições no seu dia a dia, através do exercício da reflexão-ação. “O termo *práxis* surgiu na teoria crítica em contraposição à concepção de teoria-prática, dicotomizada e alienante, propagada pelas teorias behavioristas” (SOUZA; CHAPANI, p. 128). Freire (1987) utilizou este termo para caracterizar a ação dos homens e mulheres críticos diante do seu contexto. Esta ação crítica sobre o mundo constrói em cada indivíduo de maneira particular, diante dos problemas enfrentados em sua realidade, devendo implicar em atuação crítica sobre ela. Freire, em *Pedagogia do Oprimido* (1970), apresenta diversas adjetivações para a *práxis*, a saber: *práxis* libertadora, autêntica, revolucionária e verdadeira. Na busca pela compreensão do termo “*práxis*”, constatamos, a partir das palavras do educador, que o mesmo está relacionado com a palavra viva e dinâmica, a qual denuncia e transforma o mundo, já que através de uma *práxis* verdadeira os homens e mulheres superam o estado de objetos, como dominados/as, e assumem sujeitos, construtor (es) da sua história, superando as condições de alienação, fatalismos e determinismos que negam a humanização. Nesse panorama,

O conhecimento e reconhecimento das relações dialéticas de opressão, por si só, não basta, não favorece o processo de busca por libertação. A descoberta não pode se dar apenas no campo da consciência, mas também não poderá acontecer exclusivamente pela prática/ação, correndo o risco de se tornar ativismo puro. Sem diálogo não há *práxis* autêntica (CARVALHO; PIO, 2017, p.433)

O pensamento de Freire “remete à práxis com um sentido de atividade questionadora, sugestiva, crítica e também prática” (CARVALHO; PIO, 2017. p. 434), pois visualiza a libertação não somente na abstração, mas em sua objetivação, nas transformações dos homens com a realidade e entre si, diferentemente do que propunha Hegel (1992), “para quem a práxis não passa de um momento do processo de autoconsciência do absoluto, sem comprometer-se com a transformação do mundo” (CARVALHO; PIO, 2017. p. 434). A busca pela práxis deve ser feita sempre com o povo e não pelo povo, assim como o ensino deve ser feito de A com B e não de A para B, pois é superando as condições de opressão que dá-se início a libertação.

No trabalho com QSC/CTSA, a relação entre teoria e prática se estabelece na intervenção na realidade por meio de ações previamente planejadas, por exemplo, caminhada, construção de hortas, campanhas, blogs etc., considerando que estas ações não são puro ativismo, mas um processo realizado a partir da consciência, para que seja libertador (ALSOP; BENCZE, 2014; HODSON, 2011; 2018). Nesse sentido, é um processo que surge da relação homem-mundo, do reconhecimento das condições de opressão. A práxis neste contexto, se dá por um processo de libertação dos homens, sua humanização, mas também pelo enfrentamento e tentativas de superação de mitos relacionados à C e T, bem como pela necessidade de solucionar os problemas nas relações entre CTSA, como, por exemplo, a superação do modelo de decisão tecnocrática (BAZZO, 2019; SANTOS, 2018).

Na perspectiva freireana, a prática pedagógica visa à autonomia dos/as educandos/as com relação ao sistema capitalista neoliberal, provocando-os/as para que busquem superar as limitações que encontram na realidade, como seres críticos, reflexivos, humildes, tolerantes, comprometidos e rigorosos. Na abordagem de QSC/CTSA, no contexto da educação formal, a prática pedagógica visa à autonomia dos/as educandos/as, ao desenvolver tarefas e atividades propostas pelo/a professor (a), com a expectativa de que o aprendizado tenha repercussão nas atitudes cotidianas perante os desafios no enfrentamento de questões que relacionam os domínios CTSA, buscando formas de atingir maior justiça socioambiental (ROTH, 2014; HODSON, 2018; BENCZE *et al.*, 2018).

É importante salientar que as ideias de Freire (1967) são centradas nas relações de opressão características do sistema capitalista. Por outro lado, o foco geral da educação CTSA é superar o processo de dominação atual da ideologia salvacionista, veiculada pela tecnologia, “que impõe valores culturais e oferece riscos à vida humana” (SANTOS, 2007, p. 08), impulsionada pela política capitalista neoliberal (SANTOS; MORTIMER, 2002). Particularmente, na vertente de justiça socioambiental, o foco é formar ativistas, capazes de

tomada de decisão responsável, visando transformar a sociedade, visando um maior bem-estar para indivíduos, sociedades e ambientes (BENCZE *et al.*, 2018).

Os ideais freireanos nos permitem questionar também o salvacionismo da ciência e da tecnologia, por exemplo, ao defenderem a importância do conhecimento empírico dos/as agricultores/as, os/as quais, em sua perspectiva, devem ser a base para qualquer transformação do ambiente no qual os/as mesmos/as estão inseridos/as, problematizando-o com o objetivo de construir novas percepções sobre a realidade, considerando outras cosmologias na produção do conhecimento (FERNANDES; MARQUES, 2009). As ideias desse pensador nos ajudam a questionar também visões deformadas do trabalho científico e do/a cientista, tirando as ciências do pedestal epistemológico em prol do diálogo com outras fontes de saber.

A perspectiva humanística de Paulo Freire se constitui como um referencial para pensarmos a educação CTSA, compartilhando com ela objetivos que conferem ao ensino de Ciências um caráter político, reflexivo e crítico, tendo em vista que existe hoje a necessidade de mentes que sejam capazes de analisar os benefícios e malefícios trazidos pela ciência e tecnologia na sociedade e no ambiente. Segundo Nascimento e von Linsingen (2006, p. 97), existem três pontos de convergência entre o pensamento de Paulo Freire e a perspectiva CTS, são eles:

(1) a abordagem temática e a seleção de conteúdos e materiais didáticos, buscando aproximar da realidade dos/as educandos/as; (2) a perspectiva interdisciplinar do trabalho pedagógico, permitindo a geração de pontes entre os conhecimentos das diferentes áreas disciplinares; e (3) o papel do/a educador (a) no processo de ensino e aprendizagem e na formação para o exercício da cidadania.

Assim, o/a professor (a) é catalisador (a) do processo educativo, deixando de ter uma postura de autoridade. Vale ressaltar que, embora a abordagem temática seja comum a essas duas perspectivas teóricas, os temas têm ponto de partida diferentes, conforme já foi explicitado.

Para Santos (2008, p.16),

A perspectiva freireana e a educação CTS divergem, uma vez que, para Freire, os temas são fontes de conscientização para a transformação do contexto de exploração em uma perspectiva libertadora. Enquanto Freire (1970) se concentra em uma visão humanística das condições existenciais, o movimento CTS, na sua visão clássica, está centrado nas questões ambientais e no desenvolvimento de habilidades para a argumentação e a participação.

Além disso, Paulo Freire foca a formação humanística, tendo sempre como ponto de partida a realidade dos/as alunos/as, a sua autonomia, evocando empatia e afetividade em sua prática educativa. Muitas vezes, podemos estar trabalhando com uma QSC sobre a fome, buscando entender suas relações CTSA, sem levar em conta a realidade dos/as próprios/as estudantes que estão estudando a questão na sala em que estamos discutindo o assunto. Na perspectiva

freireana, a busca por temas é pautada na identificação de situações-limites vivenciadas pelos educandos o que envolve uma dimensão afetiva na aproximação com a questão a ser estudada, o que pode ajudar no engajamento e envolvimento dos/as estudantes frente ao problema.

Muitas vezes, o uso de QSC na perspectiva CTSA, de um modo geral, busca a compreensão, a argumentação sobre e a resolução de um problema, mas de um ponto de vista analítico, científico, e situado no contexto da aprendizagem escolar. Freire também tem um olhar analítico, mas no sentido de compreender o problema na realidade daquelas pessoas, para aquelas pessoas, buscando desenvolver estratégias pedagógicas bem associadas àquela realidade. Nesta perspectiva, até a busca por temas geradores difere, no sentido de que, para Freire, é importante emancipar os sujeitos, a partir das mais variadas situações de contradição e negação da dignidade humana, enquanto no trabalho com QSC busca-se primeiramente a controvérsia envolvida em um tema, que é uma contradição, mas que preconize a relação com a ciência e tecnologia e seu impacto na sociedade, como, por exemplo, a questão do uso de agrotóxicos, os transgênicos, surtos de arboviroses, endemias, pandemias, desmatamento, desastres ambientais que envolvam em alguma medida aspectos de C e T, dentre tantos outros problemas atuais.

Enquanto a perspectiva freireana trabalha com temas que têm ponto de partida a comunidade, o foco na escola é comum do trabalho com QSC na perspectiva CTSA, uma vez que, a grande maioria dos trabalhos analisados são realizados nas escolas, a partir de temas que podem tanto surgir na mídia local ou global. No entanto, nada impede que QSC sejam trabalhadas em ambientes não formais. A perspectiva freireana pode ser trabalhada tanto no âmbito escolar quanto nos ambientes não formais de aprendizagem.

Para Almeida (2018), todo Tema Gerador é um tema CTS, visto que estará vinculado a aspectos da Sociedade, da Ciência e da Tecnologia a partir de algum grau de aprofundamento, tendo em vista as condições socioambientais atuais. “Entretanto, nem todo Tema CTS é um Tema Gerador, uma vez que é preciso realizar o processo de Investigação Temática para identificação de situações-limite” (ALMEIDA, 2018, p. 97). Assim, as QSCs podem ser Temas Geradores, desde que passem pelo processo de Investigação Temática para identificação de situações-limite.

Para o educador Paulo Freire, os homens precisam assumir uma postura ativa no processo de investigação temática, para aprofundarem a sua tomada de consciência em torno da realidade e, explicitando sua temática significativa, se apropriando dela (FREIRE, 1980). A busca por temas geradores, nessa perspectiva, necessita de um olhar carismático e atencioso do/a pesquisador (a) com a comunidade, buscando constatar as situações-limite vivenciadas

pelos indivíduos. No trabalho a partir de QSC, a busca pelas questões pode ser realizada pela observação da realidade local ou global, com a ajuda da mídia e de outros meios de comunicação (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; ANDRADE, 2015; PAIVA, 2018; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012), não necessitando, portanto, do olhar atento para a realidade existencial, bem como para as significações que possam ter aquele problema para os indivíduos que o vivenciam. Essas questões podem ser alicerçadas por noções científicas, mas a maioria delas não envolve explicitamente um processo íntimo de contato prévio com a comunidade que vivencia determinado problema. Nesse sentido, não atende aos critérios freireanos de constatação junto com a comunidade, por meio do olhar atento, dos problemas vivenciados na realidade existencial. Contudo, por se tratar de questões que, de algum modo, afetam a sociedade, geralmente a realidade existencial dos/as alunos/as poderá ser acessada e discutida, no contexto da QSC analisada, sobretudo quando de almeja a discussão e o planejamento de ações sociopolíticas para transformação do contexto local (SANTOS, 2009).

Segundo Auler (2002), os mitos relacionados à ciência e à tecnologia podem ser vistos como “situações-limite”, já que estas são entendidas como barreiras ao desenvolvimento da compreensão crítica das relações CTSA, dando lugar a uma compreensão ingênua da Ciência e da realidade. Os mitos ajudam na construção de atitudes fatalistas diante das produções da ciência e tecnologia, vendo-a como essencial para o progresso, irreversível, alijando a participação pública nas decisões que envolvem C e T.

Nessa perspectiva, a convergência entre a abordagem CTSA, a investigação temática e o uso de QSC representa, ainda, uma maneira de identificar demandas locais. Esta é uma reivindicação do PLACTS (Pensamento Latino-americano de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) (AULER; DELIZOICOV, 2015). Segundo Dagnino (2008), este foi um movimento que surgiu a partir de demandas externas o qual defendia que países subdesenvolvidos se apropriassem, sem maiores reflexões das tecnologias de outros países. Herrera (2003) ressalta que essa apropriação poderia implicar em tecnologias importantes ao seu contexto de origem, mas não necessariamente para quem a importava. “A importação de tecnologia acarreta na importação de cultura, visto que determinado desenvolvimento de CT refletiria as necessidades e a cultura daquele contexto” (ROSO, 2012, p. 03). Com isso, a principal reivindicação do PLACTS tem sido quanto à relevância para o contexto brasileiro das pesquisas realizadas. Observa-se, portanto, conforme nos alertam Auler e Delizoicov (2015), a não neutralidade da ciência, uma vez que, historicamente, demandas socialmente importantes, mas que não beneficiam uma elite socioeconômica, não foram consideradas como pertinentes nas agendas de pesquisa. Isso pode ajudar a explicar, por exemplo, alguns dos

motivos pelos quais não temos soluções para doenças endêmicas como a Doença de Chagas, a cura para o HIV e o Ebola. Segundo Auler e Delizoicov (2015, p. 284), “nas décadas de 1960 e 1970, referindo-se ao espaço social da América Latina, Varsavsky, pesquisador argentino, participante do PLACTS, havia discutido que valores, presentes no espaço social mais amplo, definiam os problemas a serem investigados”.

Para Auler e Delizoicov (2015, p. 287), “a pesquisa no contexto da América Latina é de qualidade, mas de relevância social questionável para o enfrentamento de situações contraditórias presentes nessa sociedade”. Com isso, os autores defendem a participação pública na ciência para que mais vozes sejam ouvidas e os problemas de origem social relegados sejam considerados pelas pesquisas em C e T. Neste panorama, as demandas entre PLACTS e Paulo Freire quanto à solução de problemas locais coadunam no sentido de buscar romper com a não neutralidade existente na escolha de demandas de pesquisa.

Dagnino (2010) critica a atual lógica de definição da agenda de pesquisa “auto-referenciada, na qual a comunidade de pesquisa não pergunta a outros/aa atores/atrizes sociais o que cabe a ela pesquisar [...] o que se observa é que essa agenda é pautada pela agenda dos países centrais, que a direcionam a partir de suas realidades” (p. 297).

O trabalho com os Temas Geradores de Paulo Freire, nesse contexto, representa uma maneira de abordar as relações CTSA a partir de QSC locais, de demandas da localidade. Essa tríade tende a contribuir com a construção de uma agenda de pesquisa que atenda a interesses do contexto brasileiro, contribuindo com a formação de cidadãos/ãs comprometidos com os problemas locais, suas contradições, que envolvem aspectos sociais e científicos, tendo em vista o seu enfrentamento.

Entendemos que as QSCs não são contradições sociais, tal como Freire as define, mas podemos considerá-las que ambas são complementares. Para Freire (1967; 1997), as contradições sociais envolvem aspectos relacionados às desigualdades enfrentadas por diferentes grupos, ao acesso a uma educação de qualidade, à divisão da sociedade entre proletariado e burguesia, ou seja, à própria estruturação da sociedade, que nega a muitos indivíduos o direito à liberdade. Portanto, as contradições estudadas, evidenciadas e criticadas pelo autor têm como centro os homens e mulheres, na relação com o mundo. No trabalho com QSC/CTSA, na vertente de justiça socioambiental, as contradições analisadas envolvem aspectos relacionados a questões éticas e controversas que envolvem os temas científicos e tecnológicos e seus desdobramentos na sociedade, aspectos relacionados à natureza da ciência, relações de poder que envolvem as agendas de pesquisa relacionadas a C e T, e interesses particulares que envolvem o trabalho científico, dentro do sistema capitalista neoliberal (HODSON, 2018; BENCZE et al., 2018;

MARTINEZ PEREZ, 2012; REIS, 2013). Assim, as QSCs não seriam apenas contradições sociais, tal como Freire as define, pois abarcam dimensões diferentes da sociedade. No entanto, as contradições estudadas por essas perspectivas poderiam ser vistas como complementares, no sentido de ampliar as possibilidades de construção de pensamento crítico, diante das necessidades do atual contexto sociocientífico, político e ambiental, bem como pelas relações mútuas entre CTSA, gerando, por exemplo, episódios de injustiça socioambiental, ou, ainda um acesso desigual às produções científicas e tecnológicas.

Conforme afirma Santos (2006, p. 619),

No caso dos países do chamado Terceiro Mundo, como o Brasil, ele é caracterizado por um processo de exclusão social em que apenas uma parcela da população tem acesso a seus benefícios, enquanto a maioria fica na marginalidade. Na perspectiva global, ele é caracterizado pela divisão desigual do trabalho, do lucro e da exploração ambiental.

Este esforço inicial para a sistematização das convergências e divergências entre as duas perspectivas, sistematizadas no Quadro 6, ao mesmo tempo em que significa uma possibilidade de utilização da pedagogia freireana, por meio de uma proposta metodológica para a formação de professores/as de Ciências que incorpora diversos de seus pressupostos, busca contribuir para a construção de um modelo teórico de abordagem de QSC que dê centralidade às dimensões existencial e política na formação crítica. Tendo em vista as diferentes tendências da educação CTSA que fundamentam os arcabouços teóricos relacionados às QSC, reconhecemos a necessidade de deixar claro qual corrente é mais coerente com a nossa perspectiva, e quais foram utilizadas para elaborar o quadro comparativo abaixo. Nesse sentido, apesar de que acreditamos que nosso trabalho com as QSC contempla as correntes: centrada em valores, sociocultural e justiça socioambiental (PEDRETTI; NAZIR, 2011), aqui nós direcionamos as discussões para a vertente da justiça socioambiental, por ter como uma de suas bases a educação crítica. Essa perspectiva parte do princípio de que a educação científica pode formar ativistas capazes de lutar por seus direitos, por uma sociedade mais justa, com interesse na conservação da biosfera (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

Quadro 06. Critérios de convergências e divergências entre as abordagens freireana e de QSC na perspectiva CTSA.

CRITÉRIOS	ABORDAGEM FREIREANA	ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS (vertente justiça socioambiental)
Quanto ao tema	Tema surge das contradições sociais, representam situações-limite.	Tema surge da mídia, podendo ser global ou local, geralmente escolhido pelo/a professor (a). (BENCZE; ALSOP, 2009; HODSON, 2004 PEDRETTI; NAZIR, 2011)
Quanto aos conteúdos das aulas	Os conteúdos são subordinados aos TG, são selecionados para compreender o TG e também para superar o mesmo.	Seleção dos conteúdos a partir do meio global, midiático ou local, geralmente associado ao currículo. (BENCZE; ALSOP, 2009; HODSON, 2004; PEDRETTI; NAZIR, 2011)
Quanto ao material didático utilizado	Apropriação do material didático como instrumento de apoio para a compreensão do contexto social, cultural e linguístico; podem ser utilizados materiais elaborados a partir das situações existenciais locais, problematizando as relações homem/natureza e homem/mundo.	Uso de textos de divulgação científica, artigos que permita problematizar relações CTSA. Articulação entre o livro didático e o contexto.
Quanto ao papel do professor	Professor (a) flexível; facilitador (a); animador (a); tem empatia pelos problemas vivenciados pelos/as estudantes. Professor (a) não esconde a sua posição política; o papel do/a professor (a) não se encerra no ensino, é preciso corporeificar a palavra, para que seja crítico.	Professor (a) mediador (a) do processo formativo. Sistematizador (a)/ sequenciador (a) – diretivo(a). Objetiva a resolução do problema corrente, refletindo sobre as ações (HODSON, 2004; BENCZE; ALSOP, 2009). O posicionamento político do/a aluno/a é definido pela busca, pela pesquisa e pela tomada de decisão, através das controvérsias.
Relações epistemológicas do problema	Compreensão do problema a partir de diferentes áreas do saber. Aqui se estabelece também relações com diferentes áreas da ciência.	Compreensão do problema geralmente a partir de diferentes áreas da ciência. (BENCZE; ALSOP, 2009; HODSON, 2004 PEDRETTI; NAZIR, 2011)
Quanto ao objetivo educacional	Formação cidadã, crítica e política. Objetiva a formação humana, libertadora, que acredita na vocação ontológica do homem em ser livre, provocando esperança, contra o fatalismo desesperançoso; “auto-reconhecimento” pela sua força de trabalho.	Formação cidadã, política, compreensão crítica da ciência e de seus impactos na sociedade e no ambiente; e formação de ativistas (PEDRETTI; NAZIR, 2011)
Quanto ao diálogo estabelecido	Diálogo como aspecto central no processo formativo, as questões que se pretende discutir vão surgindo no contato com a realidade, mediante do planejamento do processo de busca do TG.	Diálogo não é central no processo de seleção das QSCs, os temas podem ser escolhidos pelos estudantes, sem relação com a sua realidade existencial (BENCZE; ALSOP HODSON, PEDRETTI; NAZIR)
Quanto à aprendizagem dos conteúdos	Valorização da aprendizagem de saberes sistematizados iniciado a partir do contexto local, se desdobrando para o contexto regional, nacional ou global, atrelado à análise crítica de como funciona a sociedade. Aprendizagem parte da problematização dos temas geradores.	Valorização da aprendizagem de questões sistematizadas a partir do contexto global, local (CONRADO, 2017; ZEIDLER, 2005). Aprendizagem parte da problematização dos temas sociocientíficos locais e globais.
Quanto à relação entre teoria e prática	Práxis – compreender e intervir na realidade na busca pela construção de identidades capazes de superar as contradições no seu dia a dia.	Intervenção na realidade por meios de ações sociopolíticas diretas e indiretas (HODSON 2011; 2018; REIS, 2013), previamente elaboradas ou desenvolvidas com os estudantes.
Quanto ao desenvolvi-	Prática pedagógica que visa autonomia dos/as educandos/as com relação ao sistema capitalista, provocando-os/as para que	Prática pedagógica que visa autonomia dos/as educandos/as ao desenvolver tarefas, atividades propostas pelo/a professor (a);

mento da autonomia	busquem superar as limitações que encontram na realidade; emancipação; autonomia frente ao currículo prescrito.	autonomia frente ao currículo disciplinar; aluno/a ativo/a nos processos de aprendizagem; emancipação diante da compreensão crítica das relações C-T-S-A. (PEDRETTI; NAZIR, 2011; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012)
Forma de luta contra o sistema	Luta explícita contra injustiças, o capitalismo e suas formas de opressão dos/as cidadãos/ãs; Posição contrária à ideologia neoliberal que despolitiza a educação, foca na técnica, foca em interesses do mercado.	Luta contra o Neoliberalismo – política com interesses socioeconômicos por trás da ciência e da tecnologia, que impactam na sociedade e no ambiente; contra injustiças e a favor de novas relações entre homem-natureza. (HODSON, 2004).
Compreensão do problema	Visão humanista do problema, visando compreendê-lo na realidade local, regional, global, buscando superá-lo/ condicionado historicamente/ mutável. Há o estabelecimento de vínculos afetivos.	Visão analítica do problema, buscando compreendê-lo na realidade global, geralmente relacionando com ações na realidade do estudante (BENCZE; ALSOP, 2009; HODSON, 2004; REIS, 2013; PEDRETTI; NAZIR, 2011).
Espaços de formação	Formação na comunidade / espaços não formais e formais de aprendizagem (ambiente escolar).	Formação sobretudo no ambiente escolar, mas também envolvendo espaços não formais.

Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Andrade (2018).

É interessante localizar na pesquisa em Educação em Ciências a forma como estão sendo utilizados os pressupostos de Paulo Freire em materiais didáticos, uma vez que enfrentamos uma polissemia com relação à utilização dessa pedagogia no ensino. Algumas dificuldades têm sido apontadas na literatura quanto à utilização dessa abordagem em sala de aula, como, por exemplo, o currículo disciplinar e a ausência, muitas vezes, de tempo e de preparo dos/as professores/as para o trabalho nessa perspectiva. Alguns trabalhos que citam a influência freireana têm adaptado o processo da Investigação Temática, de acordo com as suas condições didático-pedagógicas (MORAES; NAMAN; DARSIE, 2015; SILVA, 2004). Vale ressaltar que, apesar das modificações quanto à ordem da proposta teórico-metodológica de Freire (1987), os trabalhos mantêm a essência das etapas propostas pelo educador, partindo de pressupostos centrais, como o levantamento preliminar, a abordagem dialógica, interdisciplinaridade e a criticidade. Trabalhos como os de Solino e Gehlen (2015), Sousa (2015), dentre outros, têm empregado a investigação temática com adaptações com relação à proposta apresentada por Freire (1987), bem como têm buscado dialogar/problematizar o uso combinado dessa pedagogia com outras vertentes de pesquisa atuais no ensino de Ciências, como o uso das QSCs e o trabalho por investigação, discutindo aspectos de complementaridade entre as abordagens que podem favorecer processos de ensino e aprendizagem. É importante a definição do que cada uma das abordagens propõe para, a partir disso, traçar aspectos de complementaridade, uma vez que muitas pesquisas utilizam o referencial freireano sem o aprofundamento necessário sobre as etapas de investigação temática, de maneira que qualquer processo que envolva o contato do/a pesquisador (a) e alunos/as na comunidade/região em que

está situada a escola seja definida como investigação preliminar. Por outro lado, não estamos dizendo aqui que somente são válidos trabalhos que façam de maneira similar à proposta original de Freire (1987). Existem propostas que utilizam somente algumas etapas desse processo e que usam o referencial freireano, conforme supracitado, para balizar as suas ações, mas o importante é que isso seja devidamente justificado, para que fique claro que este processo demanda uma série de procedimentos teórico-metodológicos que precisam ser legitimados na literatura. Assim, nem todo trabalho que utiliza pressupostos da pedagogia freireana envolve o processo de Investigação Temática tal como orientou Freire (1987). No entanto, alguns cuidados necessitam ser tomados para evitar a polissemia sinalizada por Torres (2010) e Fonseca *et al.*, (2015) no que se refere à expressão “Temas Geradores”. Temas só podem ser assim considerados caso sejam obtidos via processo investigativo, considerando as compreensões de educadores/as e moradores/as da comunidade acerca dos problemas sociais que se investiga. Nesse contexto, Souza e Chapani (2013, p. 02)

Têm discutido as contribuições teóricas para a formação do/a educador (a) no ensino de Ciências, apontando que a formação docente para os anos iniciais fundamentada na práxis possibilita o reconhecimento do caráter histórico e mutável dos produtos da ciência e, além disso, fornece bases para a efetivação de uma prática pedagógica crítica, reflexiva e investigativa no ensino de Ciências Naturais.

A pedagogia freireana tem sido utilizada também em trabalhos visando à formação de professores, em geral. Saul e Giovedi (2016) defendem a utilização desse referencial para pesquisar a realidade em uma perspectiva mais democrática, na qual o objeto é a prática social do sujeito, sendo que em seu trabalho utilizaram as seguintes etapas: a) leitura da realidade (problematização das práticas profissionais vivenciadas pelos/as participantes da pesquisa); b) análise crítica da realidade (caracterização de temas geradores e criação/desenvolvimento de atividades para compreensão crítica da realidade); c) elaboração de propostas de ação (elaboração/desenvolvimento de propostas de ação com a intenção de superar as situações-limite identificadas pelos/as participantes). Segundo os autores, a pesquisa mostrou resultados importantes, como a ampliação da concepção dos/as envolvidos/as sobre pressupostos da abordagem freireana, sistematização de uma proposta crítico-libertadora e identificação de dificuldades do uso dessa abordagem em sala de aula.

O trabalho de Sasseron (2008) e Nascimento (2012) têm se aproximado da estruturação curricular baseada na Abordagem Temática sobre temas socioambientais. Strieder *et al.* (2011, p. 09) apontam que, “embora a Abordagem Temática tenha sido proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), baseada em Freire, ela não se centra, exclusivamente, na perspectiva freireana, podendo abarcar várias outras abordagens de ensino, a exemplo das

propostas CTS”. Solino e Gehlen (2015), ao analisarem aproximações entre a Abordagem Temática freireana e a perspectiva do Ensino de Ciências por Investigação constataram que a problematização freireana contribui para estruturar todo o processo didático-pedagógico, possibilitando a seleção de temáticas relevantes para a escola. “Ao se selecionar a situação problemática a partir de uma contradição social vivenciada pelos/as estudantes, as atividades didático-pedagógicas podem ser organizadas de modo a auxiliarem os/as alunos/as na compreensão do problema em estudo” (SOLINO; GHELEN, 2015, p. 912). Silva e Ghelen (2016, p.166), ao verificarem a compreensão de professores/as sobre o tema gerador no processo de Investigação Temática, constataram que a pesquisa evidenciou “a possibilidade de repensar a perspectiva educacional freireana considerando algumas particularidades do espaço-tempo no contexto escolar” (SILVA; GHELEN, 2016, p.166). A intervenção possibilitou, ainda, o desenvolvimento de um processo formativo baseado na práxis, aspectos fundantes da pedagogia freireana. Para os professores, existe um processo investigativo que possibilita o alcance de Temas Geradores, os quais devem ser legitimados a partir da realidade existencial.

Entretanto, não houveram indicativos suficientes de que eles tenham compreendido que a obtenção de Temas Geradores se dá por meio da legitimação de hipóteses de situações-limite na comunidade ou com representantes dela. Este aspecto merece destaque porque os professores podem ter interpretado que a simples constatação de problemas sociais identifica e legitima um Tema Gerador (SILVA; GHELEN, 2016, p. 166).

Furlan *et al.*, (2011), referenciados nas propostas político-pedagógicas de Paulo Freire, apresentaram a possibilidade de um currículo que objetiva a transformação da realidade, tendo em vista o alcance de maior igualdade social, a partir de uma experiência pautada na investigação temática via tema gerador proposta por Freire (1987) e na rede temática freireana proposta por Silva (2004). Nessa pesquisa, foi possível a construção de uma proposta problematizadora a partir do tema “lixo” e das questões éticas envolvendo essa problemática, como o consumismo, aspectos culturais que envolvem a definição de lixo, o acesso aos alimentos por diferentes grupos sociais, a fim de perceber contradições existentes na sociedade, permitindo abordagem de conteúdos de ciências naturais. A pesquisa indicou, ainda, que, a “forma diferenciada de trabalho proposta por essa abordagem revelou a dificuldade dos/as educandos/as em expressar suas opiniões pessoais e pensamentos reflexivos durante o desenvolvimento das atividades” (FURLAN *et al.*, p. 11). Assim, percebe-se que várias têm sido as releituras e contribuições feitas a partir do referencial freireano, refletindo em materiais didáticos cada vez mais capazes de despertar nos/as estudantes o espírito crítico e participativo, de acordo com as condições pedagógicas existentes.

Novais *et al.*, (2017), em trabalho realizado com o processo de redução temática a partir do tema “lixo”, constituíram vias de problematização junto às professoras, no que se refere ao contato com uma organização curricular baseada em temas. Os mesmos autores esclarecem ainda que

A primeira fase da Redução Temática consistiu no agrupamento de falas significativas, de alunos e moradores, em torno de possíveis soluções que os alunos e a comunidade local apresentavam para o descarte do lixo no meio rural, bem como as suas implicações para os animais, rio, ser humano e o solo. Constatou-se que é por meio deste que a organização didático-pedagógica se concretiza de forma participativa e democrática envolvendo a articulação entre a multiplicidade de vozes imersas na realidade investigada e os conhecimentos científicos (NOVAIS *et al.*, 2017, p. 99).

Nesse sentido, apesar da complexidade que abarca o trabalho pedagógico nessa perspectiva, é imprescindível esse tipo de abordagem junto à comunidade para que se possa alcançar a compreensão ampla dos problemas. Faz-se necessário ainda encontrar meios que diminuam o grau de complexidade dessa estruturação curricular, bem como estabelecer trabalhos colaborativos entre universidade, escola e comunidade, buscando superar os obstáculos e encontrar caminhos para a concretização de uma educação mais humana e crítica (NOVAIS *et al.*, 2017).

Os pressupostos teóricos de Paulo Freire também têm sido utilizados em consonância com a perspectiva CTSA, por diversos autores no ensino de Ciências (SOUSA, 2015; ANDRADE, 2018; MEUNCHEN; AULER, 2007; SANTOS, 2009; NASCIMENTO; VON LISINGEN, 2006; AULER; FENALTI; DALMOLIN, 2009), dentre outros trabalhos. A maioria dos trabalhos tem apontado para resultados promissores no que diz respeito à formação interdisciplinar, crítica e participativa e à argumentação em sala de aula. Muenchen e Auler (2007, 13) apontam como dificuldades da implementação dessa abordagem em sala de aula aspectos como:

a) o reducionismo metodológico, relacionado à atribuição ao/à professor (a) do papel de “vencer programas” b) o trabalho interdisciplinar; c) a suposta resistência dos/as alunos à abordagem temática e d) o desenvolvimento de temas polêmicos, que envolvem conflitos/contradições locais.

Menezes (2016) buscou articular o referencial freireano no ensino de Ciências para a educação infantil, com o intuito de desenvolver uma prática de ensino voltada para a formação de valores que estimulasse a cooperação, a autonomia e a formação de sujeitos críticos e criativos.

Desta forma, nos reportamos ao referencial freireano, no intuito de desenvolver uma metodologia que norteasse todo o processo de investigação e de uma intervenção que favorecesse uma educação científica de qualidade já na Educação Infantil, possibilitando a compreensão das crianças acerca de conceitos científicos, dos

impactos resultantes do desenvolvimento da C&T no mundo atual e auxiliando-as na tomada de decisões enquanto sujeitos históricos e de direitos. (MENEZES, 2016, p. 180)

A autora conseguiu atingir critérios considerados essenciais para o alcance de uma educação científica autêntica, desenvolver noções científicas, adaptando o método de Paulo Freire para a educação infantil. Depois da escolha do tema gerador – “Animais” - pelas crianças, foi criada uma sequência didática pautada nos pressupostos freireanos de problematização, a dialogização e os círculos de cultura ou rodas de conversa para facilitar os processos de ensino e aprendizagem. Assim, a pesquisa não utilizou a Investigação Temática, mas uma Abordagem Temática, adotando pressupostos da pedagogia freireana para a identificação, construção e aplicação da SD, apresentando com isso, resultados considerados satisfatórios, ao considerar uma alfabetização científica autêntica.

Epoglou e Marcondes (2019) analisaram a incorporação de pressupostos da pedagogia freireana na elaboração de SDs por professores/as de Ciências Naturais em formação e constatou que foram mobilizadores de reflexões os “conceitos provenientes da obra de Paulo Freire, como autonomia, engajamento e vocação ontológica do ser humano em ser mais, bem como aspectos da elaboração do conhecimento científico e tecnológico (EPOGLOU; MARCONDES, 2019, p. 13).

Os resultados mostraram que nem sempre as participantes conseguiam incorporar uma perspectiva crítica nas aulas de Ciências. Vários aspectos foram elencados, como suas concepções sobre a natureza da ciência tais como a neutralidade, incontestabilidade e imutabilidade do conhecimento científico. As discussões no grupo, bem como as atividades realizadas ao longo do curso de formação continuada contribuíram para que as participantes passassem a considerar as Ciências Naturais como parte integrante da vida das pessoas e como resultante de atividades humanas, que apresentam interesses/influências políticas, econômicas e sociais (EPOGLOU; MARCONDES, 2019, p. 226)

Epoglou (2013), em pesquisa realizada utilizando pressupostos freireanos no ensino de Ciências, afirma que, embora os/as professores concordem com pressupostos freireanos, os mesmos não apontavam como estas ideias poderiam ser implementadas no ensino. No final da pesquisa, pôde-se observar avanços significativos no que tange à abordagem de conteúdos, inclusão de diferentes estratégias metodológicas e visões de ciência. As autoras observaram ainda que os conceitos de *ser mais* e curiosidade epistemológica apareceram de maneira mais pontual nos planejamentos de ensino. Os conceitos de criticidade, autonomia e engajamento demandaram mais preparação dos/as alunos/as, aparecendo em menor extensão nos planejamentos dos grupos.

Em suma, podemos afirmar, com base nessa análise inicial, a qual necessitará de aprofundamentos em pesquisas posteriores, que o uso de QSC no contexto da educação CTSA e a perspectiva freireana dialogam em variados aspectos, sendo que essas convergências podem ampliar as possibilidades de enfrentar os desafios do ensino na atualidade, constituindo-se como bases teóricas capazes de fundamentar mudanças significativas no contexto educacional, visando à formação cidadã e científica dos/as estudantes. A perspectiva freireana pode contribuir com um viés mais humanista para a formação de professores/as, juntamente com o uso de QSC, por meio da aproximação com a problemática em questão no contexto existencial dos/as estudantes, contribuindo para a construção de aprendizagens significativas e comprometidas com a realidade. Além disso, o uso de QSC na perspectiva CTSA pode contribuir com um ensino pautado a partir das problematizações das relações mútuas entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, tão pertinentes ao contexto atual.

CAPÍTULO III

ENSINO DE CIÊNCIAS MEDIATIZADO PELA REALIDADE EXISTENCIAL: A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA É POLÍTICA

Fazer essa sequência didática foi muito enriquecedor, pois a cada passo dado a cada dia de escrita adquirimos um conhecimento novo, aprendemos um conceito diferente e com tudo isso ampliamos nosso olhar para o mundo e para as coisas que acontecem na nossa sociedade. Sem dúvidas estamos com um poder maior de percepção e mais aptos a desenvolvermos aulas de Ciências que desperte o interesse do aluno e faça com que o mesmo crie um pensamento crítico para as diversas modificações sociais e para que lutem em prol de uma sociedade mais justa (Integrante A- GRUPO C)

3.0 INTRODUÇÃO

A pedagogia freireana nos influencia a pensar o ensino a partir da realidade existencial, daquilo que faz sentido e que é significativo para a vida do/a aluno/a. Trabalhamos com a formação de professores/as de Ciências Naturais a partir do exercício do olhar crítico para a realidade, relacionando os problemas ali existentes com o currículo a ser trabalhado na escola. Além disso, a perspectiva freireana nos incita a pensar as relações de desigualdade e injustiça social que existem no nosso contexto, preenchendo a lacuna no ensino de Ciências de supervalorização do ensino de conteúdos conceituais, em detrimento de aspectos sociais, políticos e econômicos atuais que influenciam a dinâmica de vida dos/as estudantes e da própria ciência.

Uma maneira de possibilitar o ensino de Ciências reflexivo é através do estudo das relações entre C-T-S-A. As relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente devem ser pensadas tendo em vista as relações políticas que as envolvem e o poder de dominação que a ciência e a tecnologia possuem na sociedade e no ambiente. Neste panorama, é preciso aproximar as pessoas comuns da ciência e das decisões que envolvem seu uso, entendendo que as suas utilizações trouxeram e ainda trazem grandes benefícios para a sociedade, mas que, da mesma forma, são capazes de causar danos irreversíveis (ANDRADE, 2016; SANTOS, 2008; FREIRE, 1967; 1996). Para conseguirmos alcançar este modelo de desenvolvimento científico e tecnológico, em que a participação pública nas decisões que envolvem ciência e tecnologia exista, é preciso superar, no ensino de Ciências, mitos que fortalecem a imagem de ciência como livre de valores e como capaz de trazer somente bem-estar social. Aliado a isso, é preciso que as pessoas entendam que a ciência é uma construção social, realizada por pessoas comuns

e que, portanto, é passível de erros e influenciada por valores sócio-históricos (GIL-PÉREZ *et al.*, 2011).

Uma maneira de alcançarmos uma alfabetização científica que dialogue com os pressupostos da abordagem CTSA é através do trabalho com Questões Sociocientíficas (PEDRETTI, 2003). Dessa forma, podemos delimitar e caracterizar questões sociocientíficas a partir do momento em que a sociedade em geral toma conhecimento sobre os riscos das ações, sejam elas governamentais ou científicas, e esses riscos passam a fazer sentido a um grande número de pessoas que se encontrem divididas entre os juízos de valores, dados empíricos ou vivências (REIS, 1999, p. 106).

O trabalho com QSC na perspectiva CTSA sob a abordagem freireana pode permitir a aproximação dos/as estudantes com a ciência e do ensino de Ciências com a realidade em que vivem. Aproximar o/a licenciando/a da ciência o/a faz perceber possibilidades de realizar um ensino contextualizado e problematizador das contradições que oprimem as pessoas. Aproximando-se da ciência, é possível questionar mitos como o salvacionismo científico e tecnológico, desconstruir a imagem elitista do cientista presente nos livros didáticos, bem como questionar modelos de decisões tecnocráticas, abrindo espaço para que os homens e mulheres comuns possam dialogar e questionar os impactos produzidos pela ciência e tecnologia na sociedade e no ambiente (AULER; BAZZO, 2011; LISINGEN, 2009; FREIRE, 1995). Nessa perspectiva, apresentamos neste capítulo, tentativas de uma aproximação entre as Questões Sociocientíficas na abordagem CTSA e a pedagogia freireana, buscando dar sentido ao ensino de Ciências a partir de situações reais e significativas.

3.1 Freire no ensino de Ciências a partir de problemas sociocientíficos locais: Atribuição de sentidos ao mundo existencial através da investigação de problemas locais

Na etapa de *Levantamento Preliminar*, os/as estudantes, a partir do olhar crítico sobre a realidade, encontraram alguns temas potencialmente significativos, como: ausência de saneamento básico, evidenciada nas ruas não pavimentadas e na coleta de lixo precária, por exemplo; insegurança no bairro, devido ao tráfico de drogas na região; desmatamento, falta de água, uso de agrotóxicos nas plantações em geral, proliferação de escorpiões, proliferação de arboviroses, lixo eletrônico, poluição hídrica, má qualidade da água, dentre outros.

Os aspectos das comunidades que foram considerados problemáticos pelos grupos de alunos foram: a falta de saneamento básico, problemas socioambientais (ruas sujas, lixos expostos, ruas estreitas, dificuldades de acesso), violência, tráfico de drogas, desemprego,

inexistência e subutilização de espaços para lazer, ausência de saneamento básico e proliferação de animais peçonhentos, proliferação de arboviroses, alcoolismo, febre amarela e impactos socioambientais de lixões. Rubba (1991) considera que os/as próprios/as estudantes deveriam escolher os temas. Ele constatou que os/as alunos/as aprendem habilidades para investigar assuntos quando eles/as aplicam na discussão do próprio tema. São os temas vinculados à vida dos/as alunos/as que possibilitam a prática de habilidades básicas para a tomada de decisão (RUBBA, 1991; RAMSEY, 1993).

É interessante salientar que nem todos os temas atendiam os critérios para o aprofundamento na disciplina, pois nós precisávamos de temas com relações explícitas com o currículo de ciências para que fosse justificável a sua utilização, bem como temas que fossem passíveis de ser classificados como Questões Sociocientíficas, além disso, os participantes não conseguiram desenvolver esses temas com as características necessárias para a elaboração de propostas de ensino baseadas em QSC. Assim, temas como desemprego, violência, ausência de espaços para lazer, embora possam ser caracterizados como QSC, transformaram-se em eixos secundários a serem discutidos, mas não seriam o tema central. No roteiro de identificação de problema local, elegemos alguns critérios para que os temas fossem considerados como Questões Sociocientíficas, como: ter relação com ciência e tecnologia, impactos na sociedade e no ambiente, ter relação com o currículo de Ciências Naturais e ser controverso. Assim, todos os temas precisariam apresentar os critérios mencionados acima. Seguir estes critérios são necessários, pois segundo Conrado (2017), uma QSC precisa suscitar debates interdisciplinares, explicitem relações éticas e ambientais, mobilizem conhecimentos científicos, possibilitem tomada de decisão dos participantes. Portanto, reconhecer estes critérios é importante para objetivarmos uma ação educativa de fato, comprometida com a formação ética e política.

Em seguida, alguns grupos retornaram a campo de pesquisa para localizar um novo tema sociocientífico. Assim, os/as licenciandos/as identificaram problemas como: desmatamento e alimentação saudável. É interessante mencionar que vários outros temas surgiram em outros semestres, como, por exemplo: impactos socioambientais de hidrelétricas, declínio de polinizadores, maturação da banana induzida por carbureto, doença de Chagas, impactos socioambientais do consumo de carne vermelha, violência obstétrica, descriminalização do aborto e alimentos transgênicos, os quais não foi possível analisar nesta tese. Abaixo, apresentamos algumas questões referentes ao questionário aplicado pelos grupos na comunidade.

Um grupo que identificou a ausência de saneamento básico como um problema, as características por ele apresentadas para configurar tal tema como um problema foram: ruas

não pavimentadas, esgoto e lixo a céu aberto. Outro grupo apontou como características do mesmo problema as consequências locais e globais provenientes da ausência de saneamento, mas não identificaram quais seriam essas consequências locais e globais.

Quanto à relação do tema estudado com o ensino de Ciências, o grupo que estudou o tema “drogas” estabeleceu as seguintes relações com Ciências: impactos na sociedade, prejuízos no corpo humano, bem como impactos psicológicos familiares. Apesar do grupo visualizar a relação do tema como o ensino de Ciências, notamos que o grupo possui uma visão ainda biologizante no que diz respeito às relações que poderiam ser estabelecidas, visando uma formação crítica a partir do tema. Nesse sentido a preocupação do grupo neste momento, estava voltada apenas para a abordagem relativas ao impacto das drogas no corpo humano, sem apontar discussões em torno de aspectos históricos, políticos, econômicos e sociológicos que envolvem o tema. Esta visão predominantemente biológica, é comum nas abordagens de educação em saúde, segundo Martins (2017) em detrimento de pesquisas na área da biologia e das ciências médicas no século passado, a saúde passou a ser entendida a partir de uma visão biomédica. Nesse panorama, em um contexto onde a ciência se via tomada pelas descobertas na área da bacteriologia com os trabalhos de Pasteur e aos avanços da ciência que dava cada vez mais ênfase nos patógenos, permanecia predominante uma visão focada em aspectos fisiológicos e anatômicos do corpo, em detrimento de aspectos socioambientais que envolviam as doenças, prevalecendo o binômio saúde-doença. Esta visão, alimenta a discussão de movimentos ligados a medicalização da vida, uma vez que, os problemas até então, vistos como culturais, sociais ou morais tem sido tratado sob a esfera biomédica, o que justifica o aumento do uso de antidepressivos, ansiolíticos, dentre outras drogas, sem a devida reflexão sobre quais os fatores desencadeantes destes problemas.

As relações estabelecidas a partir do tema “lixo” estiveram relacionadas com meio ambiente, ciências e geografia, proliferação de insetos e doenças. Tal aproximação é importante pois, nem sempre foi possível estabelecer relações entre doença e fatores ambientais-neste caso com fatores ligados ao sanitarismo- devido ao modelo de educação em saúde em que predomina a definição de patógenos e sua atuação no corpo humano em detrimento dos fatores causadores da doença.

Não foi especificado quais assuntos seriam trabalhados em Ciências e Geografia. Outros grupos não especificaram quais relações fariam com Ciências Naturais e alguns não opinaram. Observamos que foram limitadas as relações estabelecidas pelos grupos dos temas com o ensino de Ciências, o que pode ser explicado pela maneira como os conteúdos de Ciências foram apresentados a esses/as estudantes, durante sua vida escolar, de maneira fragmentada e sem

relação com o contexto, ou até mesmo pela ausência de conhecimentos que lhes possibilitem se aproximar da complexidade do tema em estudo.

Quanto às relações com outras disciplinas escolares, o grupo que investigava o tema “violência” indicou áreas como ética, justificando com a necessidade do desenvolvimento de valores para a formação humana. O grupo que identificou problemas de infraestrutura e saneamento básico indicou história, geografia e química como possíveis áreas de diálogo, como podemos observar nos fragmentos a seguir:

Percebemos que este problema tem relação com a química, história e geografia. Entendemos que, a realidade que presenciamos tem a ver com o contexto histórico e social, talvez por ser um bairro periférico as pessoas não têm uma educação adequada voltada para questões socioambientais básicas. O mal cheiro e a deterioração são resultado de reações químicas (Grupo A)

É um problema que pode perpassar por todas as disciplinas específicas, por ser uma questão histórica. Existem algumas regiões que sofrem mais com esses problemas do que outras, e o Nordeste está entre elas. Envolve espaço, relações de classe, quem mais sofre com esses problemas são as cidades do interior do país, as comunidades, os locais de maior vulnerabilidade social. Além de envolver questões políticas e de saúde pública, dentre outras (Grupo B)

As falas acima expressam uma visão interessante acerca do tema, uma vez que estabelecem relações possíveis entre o ensino de Ciências e outras áreas do conhecimento, trazendo justificativas inerentes aos diferentes contextos sociais, às condições de vida e à desigualdade, que implicam na construção de uma realidade ambientalmente injusta.

Um outro grupo relata a necessidade de discutir/abordar aspectos como recreação e artes, a partir da ausência de espaços para lazer na comunidade, para proporcionar interação dos/as estudantes, contribuindo para o seu desenvolvimento. Estes aspectos são importantes na discussão sobre as abordagens de educação em saúde, pois segundo Martins (2017) e Carvalho (2012), é preciso superar o modelo de pensar a saúde apenas analisando as condições fisiológicas e anatômicas dos indivíduos, é necessário olhar para as condições socioeconômicas, ambientais e recreativas, entendendo que a definição mais ampla de saúde perpassa por estes aspectos, pela demanda de acesso de todas as classes sociais a ambientes saudáveis, tornando os alunos capazes de decidir e avaliar. Nesse sentido, é a partir de uma abordagem socioecológica que os problemas de saúde precisam ser analisados, o que nos leva a crer que educação em saúde precisa se ampliar, superando o modelo biomédico, que é mais restrito, reducionista e ‘biologizante’, entendendo que o ambiente é crucial tanto para o surgimento quanto para a cura de determinada doença (LEE, 2012). Esta abordagem tende a buscar as causas ambientais, causadoras das doenças, além de do agente biológico causador. Segundo Lee (2012) para tomar decisões frente a questões sociocientíficas sobre saúde, os indivíduos

analisam múltiplas influências às quais são suscetíveis, à medida que, envolvem aspectos científicos, socioculturais, psicológicos e emocionais, os quais devem fomentar a abordagem de QSC a partir da compreensão biopsicossocial. Para este mesmo autor, o desafio colocado aos educadores a partir do trabalho com QSC no contexto da saúde é incentivar os alunos a refletir conscientemente sobre a sustentação de seu processo de tomada de decisão, as influências de contextos socioculturais e processos psicológicos internos sobre o exercício de sua racionalidade. Outro grupo sugeriu a utilização da geografia e da matemática para refletir sobre a questão do desemprego na comunidade.

Com relação à geração de impactos na sociedade, os grupos citaram predominantemente a ocorrência de aumento da violência, insegurança bem como de doenças. Segundo informações dos grupos, todas as pessoas entrevistadas na comunidade percebem o aspecto em estudo como um problema, mas nem todos são prejudicados igualmente, pois existem relações de desigualdade que condicionam determinados grupos sociais a sofrerem mais com o problema. De acordo com Hodson (2004), para o desenvolvimento do letramento científico crítico, no nível dois do currículo que ele propõe, faz-se necessário reconhecer que as decisões científicas e tecnológicas envolvem busca de interesses particulares e que pode beneficiar um grupo em detrimento de outro. Neste nível, deve-se reconhecer que o desenvolvimento tecnológico está indissociavelmente ligados à distribuição de riqueza e poder, gerando benefícios para alguns e grandes prejuízos pra muitos.

No entanto, outros grupos e pessoas entrevistadas concluíram que todos são prejudicados igualmente pelo problema. Nesse sentido, cabe estarmos atentos a promoção de debates que proporcionem uma visão crítica das relações CTSA, entendendo seus determinantes culturais, políticos, econômicos e de valor, para que se possa alcançar uma alfabetização científica crítica, por meio da politização do currículo (HODSON, 2004). É interessante notar que, a compreensão aprofundada destes problemas irá mais tarde, propiciar ações de combate e engajamento pessoal, formando indivíduos capazes de propor mudanças, adquirindo experiência de participação a partir do currículo, conforme nos orienta Hodson (2004).

Com relação aos culpados pelo problema, os grupos apontaram o poder público, os moradores, quando não depositam de maneira adequada o lixo produzido, e a ausência de cumprimento da legislação quanto à necessidade de saneamento básico. Vale ressaltar que, de acordo com os resultados encontrados pelos grupos, a maioria dos/as moradores/as entrevistados/as considera como culpado pelo problema: os governantes, o poder público, os gestores, aqui vistos como sujeitos enquanto profissionais e entidade coletivas. Assim, um

grupo considerou que apenas as pessoas (enquanto indivíduos) também são culpadas pelos problemas identificados na comunidade. É importante destacar que estas visões precisam ser discutidas em sala de aula, à medida que entendemos os problemas socioambientais como algo ocasionado por distintos setores da sociedade, incluindo os indivíduos enquanto sujeitos individuais, por isso, a nossa preocupação no desenvolvimento do pensamento crítico e também de valores condizentes com o bem-estar global. Distribuir a culpa demanda um processo de compreensão ampla sobre os determinantes de um problema, algo que pode ser alcançado a partir do trabalho com QSC/CTSA.

No quadro 7, podemos observar o nível de complexidade atribuído pelos grupos aos problemas encontrados na comunidade.

Quadro 7. Níveis de complexidade atribuídos pelos/as estudantes aos problemas encontrados na comunidade.

PROBLEMA	COMPLEXIDADE	JUSTIFICATIVA
Lixo	Média complexidade	“Necessidade de campanha de conscientização para solucionar”
Tráfego de drogas	Alta complexidade	“Envolvimento global para solucionar o problema”
Desemprego	Média complexidade	“Geração de empregos”
Abandono de espaços públicos	Alta complexidade	“Necessita de envolvimento de diversos setores da sociedade”
Alcoolismo	Média complexidade	“Não tem muitos consumidores”
Ausência de saneamento básico	Média complexidade	“É necessário as pessoas terem consciência sobre o lixo que vem sendo descartado de maneira incorreta e cobrem seus direitos”
Ausência de saneamento básico	Baixa complexidade	“Não basta uma pessoa querer se conscientizar, mas todas quererem mudar”
Problema de infraestrutura e socioambiental	Média e alta complexidade	“Acreditamos que através de palestras e conscientização a população pode ser alertada sobre os perigos da exposição inadequada ao lixo”. É também de alta complexidade, pois a acessibilidade torna-se de difícil resolução, pois os prédios já estão construídos”.

Fonte: A autora (2019)

Observando o quadro acima, constatamos que a maioria dos problemas são considerados pelos/as alunos/as como de média e alta complexidade. Consideramos um problema de baixa complexidade, quando ele pouco se relaciona com aspectos sociais, políticos, econômicos, ambientais e apresenta poucas ou nenhuma relações entre os domínios CTSA; consideramos um problema de média complexidade quando ele se relaciona em alguma medida com aspectos sociais, econômicos, políticos, ambientais e que apresentam alguma relações sobre os domínios CTSA; e, consideramos de alta complexidade quando o problema apresenta múltiplas relações envolvendo aspectos éticos, políticos, econômicos, socioambientais, mobilizando diferentes domínios entre CTSA.

Os argumentos, apresentados pelos grupos, para essa categorização, em sua maioria, não retrata a complexidade dos temas, e envolvem a necessidade de ações em nível pessoal e coletivo na busca pela resolução de problemas, citando tanto o poder público quanto as ações individuais como fatores importantes para o enfrentamento das problemáticas. Um dos grupos citou a necessidade de campanha de conscientização para resolver o problema do lixo, sendo interessante essa disposição para o desenvolvimento de ações sociopolíticas, embora seja essencial a consciência do envolvimento de setores públicos para o desenvolvimento de ações eficazes que possam solucionar o problema. Esse grupo classificou o tema como sendo de média complexidade, ressaltando a necessidade de campanha de conscientização para solucionar o problema. Apesar de afirmar que o problema apresenta média complexidade, fica evidente uma visão ainda reduzida do problema, ao negligenciar constituintes históricos, políticos e socioambientais que envolvem a resolução do mesmo. Quanto ao tema desemprego, o grupo classificou como sendo de média complexidade, citando “a criação de empregos” como a solução, não citando componentes sociais, políticos e econômicos como fatores que interferem nesse problema tão complexo. O problema do alcoolismo foi classificado como de baixa complexidade, com a justificativa de que “existem poucos consumidores na região”. A ausência de saneamento básico foi classificada como sendo de baixa complexidade, com a justificativa de que “É necessário as pessoas terem consciência sobre o lixo que vem sendo descartado de maneira incorreta e cobrem seus direitos”. Esta justificativa aponta a percepção do grupo sobre os setores da sociedade envolvidos nesse problema, que envolvem tanto a perspectiva pessoal, considerando a responsabilidade das pessoas em darem destino correto ao lixo, quanto na perspectiva política, ao mencionar a cobrança dos direitos em ter esse tipo de serviço. No entanto, essas duas medidas não são suficientes para solucionar o problema, pois existem aspectos muito mais complexos a serem analisados para que se possa compreender a fundo essa problemática de complexidade tão ampla. Um outro grupo citou a ausência de saneamento básico como um problema de baixa complexidade, mencionando apenas a responsabilidade pessoal como forma de combater o problema, indicando, portanto, uma ausência de compreensão sobre os mais variados fatores que levam à ausência de saneamento no município.

Para uma formação crítica, precisamos ensinar os estudantes a reconhecerem a complexidade dos problemas socioambientais, entendendo as relações que existem entre homem /mulher e natureza, em seus aspectos ecológicos, éticos, políticos, ideológicos e econômicos, só assim, poderemos alcançar níveis elevados de consciência ambiental capaz de gerar engajamento e transformação. Considerando que estamos diante de um contexto de emergência de problemas

socioambientais e que estes guardam intrínsecas relações entre ciência e tecnologia e diferentes atores sociais, precisamos problematizar estas relações na escola. Uma vez que, as discussões CTSA, envolvem “atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária em busca da preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas” (SANTOS, 2007, p. 06). Assim, ao abordar a questão do lixo, espera-se nesta perspectiva que, o aluno trate de doenças que podem ser causadas pela má disposição do lixo, quem são as pessoas mais vulneráveis a isto, em que locais da cidade estão os lixões, os impactos da sua existência para esta comunidade, o papel do catador e a vulnerabilidade social em que vive, impactos na biosfera, o trabalho infantil nestes espaços, dentre outras possíveis relações. Segundo Guimarães (2001, p. 51), a crise ambiental que afeta o planeta é causada por “um estilo de desenvolvimento ecologicamente predador, socialmente perverso, politicamente injusto, culturalmente alienado e eticamente repulsivo”.

Embora a percepção dos grupos sobre a complexidade dos problemas, sejam incipientes, muitos grupos relatam a importância da conscientização e elaboração de campanhas para buscar resolver determinados problemas. Evidenciando um possível potencial futuro para o desenvolvimento de ações sociopolíticas originadas pela comunidade local para resolver seus problemas locais, evidenciando a necessidade do diálogo entre o indivíduo e a sociedade, a partir de uma educação científica crítica, tornando-os conscientes sobre as causas do problema (HODSON, 2018).

Quando indagados sobre como projetos de intervenção escolar podem ajudar a resolver o problema encontrado, os grupos citaram a criação de projetos que promovam momentos de discussão sobre o assunto, palestras, oficinas, para que possam repensar a importância do descarte adequado do lixo, por exemplo. Dois grupos disseram que a escola não poderia resolver o problema ou não resolveria por completo, justificando que, no caso da ausência de locais para lazer, o problema estaria para além do alcance da comunidade e das práticas pedagógicas, mas que projetos de intervenção poderiam amenizar a situação.

Quando questionados se o problema encontrado seria local e/ou global, buscamos verificar se os grupos percebiam a vinculação de um problema local com questões globais. Observamos que os argumentos apresentados para buscar dimensionar o problema não retrataram a complexidade das relações que poderiam ser estabelecidas. As justificativas apresentadas, em sua maioria, não foram suficientes para observar se os grupos perceberam a vinculação de problemas locais com questões globais, conforme quadro 8. Entretanto, observamos que o tema lixo, bem como o abandono de espaços públicos, foram colocados como temas locais, mas não foram apresentadas justificativas. Alguns temas foram classificados

como locais e globais, mas também não foram apresentadas justificativas. Outros temas foram classificados como globais e nas justificativas foram utilizados argumentos como: “não envolve apenas uma cidade ou país, mas envolve o mundo inteiro”; “Não é restrita a uma comunidade”.

Quadro 8. Níveis de abrangência atribuído pelos alunos aos problemas encontrados.

PROBLEMA	ABRANGÊNCIA	JUSTIFICATIVA
1.Lixo	Local	Não apresentou justificativa
2.Tráfego de drogas	Global	“Pois, não envolve apenas uma cidade ou país, mas envolve o mundo inteiro”
3.Desemprego	Global	Não apresentou justificativa
4.Abandono de espaços públicos	Local	Não apresentou justificativa
5. Alcoolismo	Global	“Atinge não só o bairro de Santa Rita e nem Amargosa, como também a Bahia, o Brasil e o mundo, dado em parte, pelos avanços tecnológicos”
6. Ausência de saneamento básico	Local e global	Não apresentou justificativa
7. Ausência de saneamento básico	Global	Não apresentou justificativa
8. Problema de infraestrutura e socioambiental	Global	“Não é restrita a uma comunidade”

Fonte: A autora (2019)

Observando o quadro acima, constatamos que alguns grupos não souberam analisar a abrangência do tema encontrado, se seria local ou global, com justificativas plausíveis. Alguns grupos indicaram a abrangência global de determinado tema, no entanto, justificando com base apenas à localidade onde se encontra o problema, sem um aprofundamento sobre aspectos sociais, políticos e biológicas que condicionam os diferentes temas. Para Santos (2018) é essencial a abordagem de problemas partindo de problemas locais, no entanto, apesar de reconhecerem esta importância, muitos professores não aderem aos problemas locais para ensinar assuntos de Ciências. Em um trabalho envolvendo questões sociocientíficas, os professores selecionaram temáticas de abrangência global, assim, torna-se inesperado que licenciandos tenham de imediato esta referência, uma vez que, historicamente este tipo de abordagem não foi central nos processos de ensino e aprendizagem.

Consideramos que detectar a percepção dos/as alunos/as quanto aos níveis de complexidade ou abrangência dos problemas pode ajudar a compreender como eles/as percebem o problema em sua comunidade, se reconhecem a influência de múltiplos fatores (sejam sociais, políticos, ambientais, de saúde) relacionados ao problema, ou se possuem uma visão ingênua sobre o mesmo, servindo de parâmetro para uma análise posterior dos resultados encontrados nessa etapa. Segundo Freire (1982) na cotidianidade a nossa mente não opera epistemologicamente, assim, é preciso tomar distância do objeto para compreendê-lo em sua

totalidade, ocupando a posição de corpos conscientes. Esse exercício poderá ajudar os/as alunos/as ainda na aproximação com o tema, na medida em que, diante da questão, os/as mesmos/as são direcionados/as a pensarem mais profundamente sobre o tema e os fatores que os condicionam, direcionando os processos formativos conforme essas informações, embora muito mais informações fossem necessárias para a construção da sequência didática na perspectiva crítica. Ainda nesse sentido, acreditamos que alcançar os conhecimentos prévios dos alunos seja de fundamental importância para a construção de uma prática pedagógica dialógica e democrática (FREIRE, 1995). Apesar do foco nos problemas locais, prezamos, durante a construção das SDs que os/as estudantes analisassem também o tema em uma perspectiva mais ampla, no contexto global, uma vez que é importante que os/as alunos/as compreendam os desdobramentos relativos ao seu problema em um contexto mais amplo. Quanto à questão do desmatamento, por exemplo, é importante entender como acontece o processo em Amargosa, mas é necessário entender também como isso tem acontecido no mundo, identificando os valores que subjazem à preservação ou não do meio ambiente. Quanto ao tema agrotóxicos, por exemplo, é interessante entender quais os problemas enfrentados pelos/as agricultores/as familiares, reconhecer o grande número de agrotóxicos liberados no Brasil, entender quais têm sido os efeitos do seu uso, mas é importante observar também qual a reação de outras nações, quanto ao posicionamento do Brasil frente ao problema, quais políticas de enfrentamento são adotadas nesses locais, a fim de que se possa analisar de maneira integral o problema, em contextos diferenciados (LONDRES, 2011; ANDRADE, 2015). Compreendemos que entender que um tema apresenta relações complexas com a sociedade, tentar pontuá-las, seja o primeiro passo para a construção de uma visão crítica e integral sobre qualquer tema. É necessário ressaltar aqui que Paulo Freire recebeu muitas críticas por centrar o conhecimento em contextos locais, no entanto, Freire revidou, argumentando que esta posição nada tem a ver com o emprego uma abordagem reducionista ou “focalista” (FREIRE, 1997b)

Creio que o fundamental é deixar claro ou ir deixando claro aos educandos esta coisa óbvia: o regional emerge do local tal qual o nacional surge do regional e o continental do nacional como o mundial emerge do continental. Assim como é errado ficar aderido ao local, perdendo-se a visão do todo, errado é também pairar sobre o todo sem referência ao local de onde se veio. (FREIRE, 1997b, p. 87-88).

Gostaríamos de salientar que alguns grupos precisaram retornar a campo para continuar identificando a QSC, uma vez que alguns problemas encontrados não apresentavam todas as características de uma QSC na perspectiva CTSA. No entanto, todos os temas encontrados, de algum modo, foram discutidos nas aulas. Como os temas sociocientíficos não são estanques, eles possibilitam a discussão de variadas temáticas dentro de um problema central, como o caso

do tema: “desemprego”. Os alunos não conseguiram caracterizá-lo enquanto QSC de acordo com os critérios pré-estabelecidos, com base de Ratcliff e Grace (2006) e Conrado (2017) a saber: ter relação com ciência e tecnologia, provocar impactos na sociedade e no ambiente, ter relação com o currículo de Ciências Naturais e outras disciplinas, e ser controverso. Nesse sentido, o grupo não conseguiu estabelecer estas relações a priori, conforme prevíamos através do questionário. Dessa forma, o tema não foi debatido como problemática central na disciplina, no entanto, esclarecemos que, este tema foi discutido quando trabalhamos com QSCs relacionadas às drogas, ao lixo, ao agronegócio, à educação alimentar, dentre outros temas.

Percebe-se, portanto, que muitas vezes os/as alunos/as não conseguiram visualizar na comunidade um problema. Freire (1982) é enfático ao defender o desenvolvimento da curiosidade epistemológica para que os indivíduos olhem o cotidiano criticamente, indagando as suas condições de vida e buscando superá-las. Outras vezes, o que pode ser um problema para os alunos, pode não ser para a comunidade ou para outro grupo de alunos/as. Nesse sentido, pode ser interessante que o/a próprio/a professor (a) proponha um tema, a partir de uma investigação/olhar prévio sobre a comunidade e com ela. Freire (1987) comenta sobre a possibilidade de que outros temas sejam adicionados à programação apesar de não terem surgido diretamente da investigação, que ele identifica como “temas dobradiças”, os quais têm a função de facilitar a relação entre temas no conjunto da unidade programática, propiciar uma ligação, ou ainda articular as relações a serem percebidas entre o conteúdo geral da programação e a visão de mundo que permeia a comunidade (DELIZOIVOV, 2003). Em trabalho realizado por Oliveira (2016), em relação à origem do tema gerador, foi observado que alguns artigos relataram pesquisas que seguiram as etapas de levantamento preliminar, de escolha das codificações e dos diálogos descodificadores da investigação temática, no entanto, a análise revelou que a maioria dos trabalhos analisados utilizou alguns elementos dessas etapas. Essas adaptações podem ser resultantes tanto da necessidade de seguir um cronograma disciplinar mais rígido no local de ensino, quanto da avaliação dos/as próprios/as pesquisadores/as da importância do tema, sem necessariamente precisarem da legitimação da comunidade para adotar o tema, porém sendo necessário o uso do termo tema-dobradiça que Freire utiliza para essas situações. Coelho (2010) afirma que muitas vezes alunos e professores não percebem a existência de problemas potenciais a serem discutidos na sala de aula, estando mais *imersos* do que *emersos* em termos de sua *percepção crítica* (FREIRE, 1998). Esta situação pode ser superada através da promoção da consciência crítica, que pode ser despertada a partir da discussão de textos, reportagens, notícias capazes de superar a visão ingênua da realidade, projetando-se para discussões, denúncias e anúncios.

Os trabalhos de Lucatto e Talmolin (2006), Oliveira e Langhi (2014) e Coelho e Marques (2007) utilizaram a proposta de temas-dobradiça para o trabalho no ensino de Ciências, uma vez que os temas foram legitimados pelos/as professores/as pesquisadores/as, que detectaram situações problemáticas, as quais não foram reconhecidas pela comunidade local no processo de Investigação Temática na perspectiva freireana. Vale ressaltar que esses trabalhos alcançaram resultados formativos interessantes, contribuindo para a formação crítica e reflexiva dos envolvidos. Nesse sentido, para Freire (1970)

A introdução de temas geradores, de necessidade comprovada, corresponde, inclusive, à dialogicidade da educação, de que tanto temos falado. Se a programação educativa é dialógica, isto significa o direito que também têm os educadores-educandos de participar dela, incluindo temas não sugeridos. A estes, por sua função, chamamos “temas dobradiça (FREIRE, 1970, p. 73)

Observamos algumas falas que expressavam a percepção de situações contraditórias pelos/as estudantes. Na questão referente à controvérsia envolvida no tema, alguns grupos não souberam explicar o motivo pelo qual o tema atenderia a este critério, outros grupos reconheciam que o tema não apresentava uma controvérsia explícita, como poderemos observar a seguir: “A monocultura é um meio de produção e sobrevivência e beneficia a sociedade com sua produção”.

Outros grupos demonstraram uma tentativa de desenvolvimento da criticidade ou da ampliação do raciocínio crítico, quando se consideram diversos fatores influenciando na compreensão do aumento da população de escorpiões, prejuízos da monocultura e uso de agrotóxicos, como podemos observar no fragmento a seguir:

Pode-se analisar que algumas pessoas não colocaram a questão do esgoto como uma das principais causas do surgimento de alguns insetos que transmitem doenças, justificando com outros motivos que também se torna outra problemática, o fato de existir perto da comunidade um cemitério, além de acúmulo de entulho provocado pela falta de consciência de alguns moradores (GRUPO 1).

A monocultura da soja cresce cada vez mais e tem prejudicado a sociedade e o ambiente, com o desmatamento o uso exagerado de água e o uso de agrotóxicos. Pode prejudicar, o ambiente, a nós e os animais que poderá ficar sem lugar para habitar (GRUPO 2).

O uso de agrotóxicos não faz mal apenas porque mata os polinizadores, mas prejudica também a cadeia alimentar, pois esses animais se alimentam ou são fonte de alimentos para outros animais, então além do prejuízo social nosso, tem o prejuízo ambiental dos outros animais. Há uma preocupação não com o bem-estar, mas com a economia. (GRUPO 5)

A medida que o grupo relaciona o problema central como lixo, agrotóxicos e monocultura e os fatores que geram e agravam o problema, mobilizando aspectos sociais, econômicos e

biológicos que envolvem o tema, percebe-se uma tentativa de ampliação do raciocínio crítico, algo muito bem-vindo em abordagens com QSC, mas não apresentavam falas controversas. Martínez-Pérez (2012) constata em sua pesquisa, a dificuldade que os estudantes tiveram em delimitar a controvérsia do seu tema, dado à ausência deste tipo de reflexão no ensino tradicional de Ciências. Na primeira fala, o grupo menciona o cemitério como uma possível causa da proliferação de insetos, assim como a má disposição do lixo, trazendo então, a necessidade de discutir como estes diferentes aspectos se complementam e contribuem com a gravidade do mesmo.

Quanto às relações entre ciência e tecnologia referentes ao problema encontrado na comunidade, foram estabelecidas as seguintes relações: ausência de saneamento, o declínio de polinizadores e o uso de agrotóxicos, respectivamente:

A tecnologia e a ciência podem ser uma das pontes para a melhoria do saneamento básico, no entanto, tem se tornado na maioria das vezes um estopim para a elevação de mais esgotos a céu aberto, que contaminam nossos rios, destruindo o meio ambiente. (GRUPO 1)

De maneira geral, foi realizado pesquisas que investigam as causas do extermínio dos polinizadores. Através do uso de agrotóxicos foi uma forma para evitar na agricultura as pragas e doenças, essa tecnologia incentivou os agricultores a utilizar esta ferramenta, mas não foram avisados dos danos que essa forma de ciência inovadora e tecnologia. (GRUPO 3)

A ciência e a tecnologia utilizam-se de maneira geral de pesquisas, dados, observações no meio ambiente, com o interesse econômico, enquanto que a sociedade e ao meio ambiente sofrem com os danos. (GRUPO 1)

Os grupos 6 e 4 não visualizaram relação do tema com ciência e tecnologia e não conseguiram explicar quais relações poderiam ser estabelecidas entre o tema investigado e a ciência e tecnologia. Esta dificuldade em estabelecer estas relações tem sido apontada nos trabalhos com QSC, para Pedretti (2003) a dificuldade em abordar a perspectiva CTSA na formação de professores começa quando percebe-se que é preciso discutir relações de poder, raciocínio ético e ação responsável. Uma vez a ciência e tecnologia trabalhada como um “conjunto de conhecimentos estanques a serem assimilados sem maiores questionamentos, pouco é feito para que os estudantes a entendam como uma construção social, cultural e histórica” (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012, p. 24). Martínez-Pérez (2012) buscando identificar a aproximação de licenciandos com o estudo de QSCs ao longo da sua trajetória, constatou que de 31 participantes, 13 não mencionaram nenhuma relação de aproximação com QSCs. Tal fato, deve-se a práticas de ensino tradicionais que não valorizam a abordagem de temas sociocientíficos e a formação política e cidadã dos estudantes, por meio de práticas

problematizadoras. Auler e Delizoicov (2006) buscando identificar as compreensões dos professores de Ciências sobre mitos que envolvem a atividade científica, identificaram que embora houvesse a rejeição do mito da perspectiva salvacionista da ciência-tecnologia, existia uma tendência ao endosso do modelo de decisões tecnocráticas, bem como do posicionamento pautado no determinismo tecnológico, diante de problemas envolvendo C e T.

As falas abaixo ilustram a percepção de alguns/mas moradores/as entrevistados/as sobre os problemas encontrados na comunidade, como, por exemplo, a falta de água e saneamento básico, apresentando uma visão acomodada ou fatalista sobre a realidade.

“A água que nós temos é essa para beber, creio que não deve fazer mal” (Entrevistado A)

“O lixo fica na esquina o tempo todo, isso não vai mudar, toda eleição é uma promessa” (Entrevistado B)

“Na minha opinião o culpado pelo lixo disso é o poder público e não a população” (Entrevistado C)

“Eu acho que o culpado por esse lixo à céu aberto são o poder público, os governantes” (Entrevistado D)

Além disso, foram observadas outras situações em que eram revelados posicionamentos pouco críticos sobre alguns problemas da realidade, como: compreensão limitada sobre aspectos que envolvem o desmatamento e seus impactos no meio ambiente; posicionamento acomodado com relação ao uso de drogas, infraestrutura, proliferação de escorpiões e arboviroses. Nesse sentido, a questão central que abarca todos os temas encontrados na comunidade foi: *De quem é a culpa pelos problemas socioambientais enfrentados em Amargosa, Bahia?* Assim, as principais controvérsias encontradas nesta fase preliminar, estiveram relacionadas à compreensão acrítica e limitada sobre os desdobramentos da ausência de saneamento básico, infraestrutura e desmatamento na região. Nesse sentido, os trabalhos de Auler e Delizoicov (2006) Azevedo *et al.*, (2013) e Zeidler *et al.*, (2004) apontam para uma inexistência de formação adequada para abordar com as relações entre CTSA, os autores reclamam de uma ausência de suportes teórico-epistemológicos que sustentem o trabalho pedagógico do professor. Ainda neste panorama Vieira (2003), ao elaborar um projeto de formação de professores com enfoque CTS, constatou que as concepções se aproximavam de uma imagem de ciência neutra, dogmática e linear. Diante de tais dificuldades, torna-se compreensível a postura inicial dos estudantes neste trabalho, entendemos, portanto, a dificuldade dos mesmos em reconhecer a possibilidade de abordar temas desta natureza diante de uma formação disciplinar e propedêutica. Desvelar esta possibilidade por meio do olhar atento para a comunidade depende de um processo de elaboração de raciocínio crítico, tendo como ponto partida as suas condições espaço-temporais, habilidade ainda vista como

secundária dentre os objetivos da formação de professores. Este é um caminho para alcançar o desenvolvimento humanista, vendo os educandos como sujeitos, e assim possa refletir sobre as suas condições de vida, “quanto mais for levado a refletir sobre seu enraizamento espaço-temporal, mais ‘emergerá’ dela conscientemente carregado de compromisso com a sua realidade (FREIRE, 1983, p. 61).

Fizemos uma discussão em sala a fim de que todos os grupos apresentassem as contradições encontradas em suas visitas à comunidade, para iniciar o processo de construção de um planejamento didático contemplando elementos do currículo de Ciências Naturais que pudessem ser discutidos a partir dos temas, bem como de outras áreas de conhecimento. Descrevemos acima o processo de aproximação dos estudantes com as QSCs. Na próxima seção, continuaremos a descrever os passos para o tratamento das QSCs a partir dos referenciais teóricos adotados.

É interessante ressaltar possíveis aproximações teórico-metodológicas entre o caso controverso, as QSCs e as situações-limite, na perspectiva freireana. Assim, entendemos que os problemas que foram encontrados na comunidade deveriam ser discutidos em sala de aula a partir da elaboração de uma QSC para o contexto escolar, na perspectiva CTSA. Organizamos a QSC a partir de um caso, questões norteadoras sobre o caso e objetivos de aprendizagem. As situações-limite se aproximam do caso de uma QSC na medida em que, para se constatar uma situação-limite, deve-se também se aproximar da realidade, identificando contradições/dilemas vivenciados, problematizando-os na práxis, para superá-los. As QSCs muitas vezes guardam situações-limites à medida que diversos mitos relativos a ciência e tecnologia são comuns nas falas da comunidade e dos licenciandos, sendo necessária à sua problematização a partir das relações entre homem/mulheres-mundo, para a superação. Nesse sentido, a construção do caso pode ser uma ferramenta a ser utilizada para constatar e, em seguida, problematizar situações-limite na comunidade, dentro das relações CTSA, de maneira crítica e engajada. O caso dentro da QSC é, portanto, uma maneira de representar/discutir/ problematizar o tema encontrado na comunidade, o qual pode envolver uma situação-limite, se legitimado pela mesma, ou se constituir em tema-dobradiça, se não percebido pela comunidade, mas pelos alunos/professores que fizeram a investigação temática.

3.2 POSSIBILIDADES DE ARTICULAÇÃO ENTRE A ABORDAGEM DE QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA E PEDAGOGIA FREIREANA PARA A FORMAÇÃO CRÍTICA E REFLEXIVA: OS OLHARES DOS LICENCIANDOS EM PEDAGOGIA

Durante a aula em que foi estudada a pedagogia freireana, elaboramos um quadro comparativo com critérios de convergência e divergência do trabalho na perspectiva freireana e questões sociocientíficas (quadro 9). Após o estudo dessas duas perspectivas de ensino, solicitamos aos grupos que observassem a comparação entre as abordagens e discutissem se seria viável a construção de práticas de ensino de Ciências que articulassem essas duas abordagens na promoção da formação crítica, reflexiva e científica dos/as estudantes, apresentando argumentos que sustentassem a posição do grupo. Optamos pela confecção prévia do quadro, pois consideramos que seriam necessários mais momentos de discussão sobre os assuntos para que os estudantes conseguissem uma percepção mais aprofundada sobre o tema. No entanto, deixamos um espaço para que os grupos pudessem sugerir critérios adicionais a partir das suas reflexões. Vale ressaltar que os critérios sugeridos nesse quadro refletem a percepção da pesquisadora sobre a perspectiva freireana e questões sociocientíficas, nesse período de produção de dados, assim, outros critérios poderiam ser incluídos no quadro, tendo em vista o avanço na percepção de aspectos teóricos e epistemológicos dessas abordagens de ensino atualmente pela pesquisadora, a partir das reflexões teóricas realizadas no capítulo anterior.

Quadro 09. Quadro comparativo com critérios de convergência e divergência do trabalho pedagógico na perspectiva freireana e questões sociocientíficas

CRITÉRIOS	ABORDAGEM FREIREANA	ABORDAGEM DE QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA⁹
Quanto ao tema	Tema representam situações-limites vivenciadas pelos indivíduos.	Tema surge geralmente vinculado à mídia, podendo ser global ou local.
Quanto aos conteúdos das aulas	Seleção dos conteúdos a partir do meio, de temas sociais.	Seleção dos conteúdos a partir do meio global, midiático ou local, com base no currículo.
Quanto ao material didático utilizado	Elaboração de material didático de acordo com contexto.	Elaboração de material didático e/ou uso de materiais já disponíveis. Articulação entre o livro didático e o contexto.
Quanto ao papel do professor	Professor (a) mediador (a) do processo formativo. Flexível; facilitador (a); animador (a); tem empatia pelos problemas vivenciados pelos/as estudantes.	Professor (a) agente mediado (a) do processo formativo. Sistematizador (a) /sequenciador (a) – diretivo (a). Objetiva contribuir para encontrar uma resolução possível para o problema.
Quanto à compreensão do problema	Compreensão do problema a partir de diferentes áreas do saber.	Compreensão do problema a partir de diferentes áreas da ciência, e também articulação com outras áreas do conhecimento (interdisciplinaridade).
Quanto aos objetivos para formação	Formação cidadã, crítica e política.	Formação cidadã, uso da ciência no cotidiano, compreensão crítica das relações CTSA.
Quanto ao diálogo estabelecido	Diálogo como aspecto central no processo formativo, as questões vão surgindo no contato com os/as educandos/as.	Diálogo sistematizado, parte de objetivos definidos previamente.

⁹ Existem diferentes correntes de trabalhos com QSC, nos orientamos aqui a partir da vertente de justiça socioambiental.

Quanto à aprendizagem dos conteúdos	Valorização da aprendizagem de saberes sistematizados a partir do contexto local.	Valorização da aprendizagem de saberes sistematizados a partir do contexto global, local.
Quanto à relação entre teoria e prática	Práxis – compreender e intervir na realidade na busca pela construção de identidades capazes de superar as contradições no seu dia a dia.	Intervenção na realidade por meios de ações previamente elaboradas, por exemplo: caminhada, construção de hortas, campanhas, blogs etc.
Quanto ao desenvolvimento da autonomia	Prática pedagógica que visa autonomia dos educandos com relação ao sistema capitalista, provocando-os para que busquem superar as limitações que encontram na realidade.	Prática pedagógica que visa autonomia dos educandos ao desenvolver atividades propostas pelo (a) professor (a), ampliando a visão do conteúdo para seu uso não apenas no contexto escolar, mas no cotidiano do estudante.
Forma de luta contra o sistema	Luta explícita contra o capitalismo e suas formas de opressão.	Crítica às relações de interesses socioeconômicos por traz da ciência e tecnologia que impactam na sociedade e no ambiente.
Visão do tema gerador	Visão humanista do problema, visando compreendê-lo na realidade local, para as pessoas que vivem no local. Há o estabelecimento de vínculos afetivos.	Visão analítica do problema, buscando compreendê-lo a partir realidade global. Há o estabelecimento de vínculo na realização de ações sociopolíticas locais.
Espaços de formação	Formação na comunidade / espaços não formais de aprendizagem	Formação no ambiente escolar.
Espaço para elaboração de critério extra percebido pelo grupo.		

Fonte: A autora (2019)

Para analisar os dados coletados a partir deste quadro, utilizamos três categorias principais, a saber: (1) a viabilidade da construção de práticas de ensino que articulem as duas abordagens na promoção da formação crítica (2) os argumentos utilizados pelos/as alunos/as para justificar essa junção (3) os possíveis benefícios para o ensino da junção das duas perspectivas teóricas.

Para o grupo A, seria viável a junção dessas duas abordagens, pois ambas priorizam a construção de saberes de maneira coletiva, com algo trazido da realidade, facilitando a aprendizagem, valorizando os/as educandos/as e o seu contexto. O grupo acrescenta que:

[...] E no Ensino de Ciências principalmente, pois a disciplina proporciona discussões pertinentes para a construção dos saberes, tornando seres que não sejam analfabetos científicos. Assim, desmistificando fatos do seu cotidiano com o uso das questões sociocientíficas. (GRUPO A)

Atualmente, tem-se discutido a importância de aproximar o ensino de Ciências da realidade existencial dos/as alunos/as. Essa aproximação é promissora no sentido de promover a desmistificação do papel do/a cientista e das influências políticas e econômicas que as descobertas científicas sofrem, assim, as pessoas comuns podem se aproximar do que é produzido

pela C e T entendendo as relações de poder e interesses particulares que subjazem essa prática (ANDRADE, 2016; GIL-PÉREZ *et al.*, 2012). É interessante salientar ainda que o trabalho com o contexto, a contextualização e a problematização em sala de aula, no âmbito brasileiro, permitem a formação de uma visão mais reflexiva e específica sobre essa realidade, uma vez que as contradições e desigualdades vivenciadas nesse espaço compartilham características próprias, dadas pelo desdobramento político e econômico no ambiente e na sociedade (RICARDO, 2003; FREIRE, 1995; SILVA *et al.*, 2016), o que fazem surgir problemas ambientais decorrentes do agronegócio, da agropecuária, do uso de agrotóxicos, da construção de barragens e hidrelétricas, da ausência de aterros sanitários na maioria das cidades do país, dentre outros. Santos *et al.* (2012) defendem a necessidade de estudar as QSC no contexto brasileiro, de forma que a investigação temática nos leve a perceber as QSC de acordo com a realidade e a necessidade das comunidades.

Outro integrante do mesmo grupo, emitiu a seguinte opinião acerca da junção dessas duas abordagens, como podemos observar no fragmento a seguir:

[...] A realidade da escola pública não permite a professora trabalhar os dois temas de forma homogênea. O próprio sistema educacional que estamos inseridos não permite que o educador pense e reflita sobre estas duas abordagens. Outro ponto que devemos refletir é que o professor teria que ser interdisciplinar, no entanto, sabemos das limitações encontradas pelos professores desde a sua formação até a sua atuação profissional. A realidade das escolas públicas não condiz com o que os autores como “Fazenda”, traz sobre a disciplinaridade, não dialoga com a realidade, diante disso, podemos dizer que o professor pensa em fazer suas escolhas com essas duas concepções que é a abordagem freireana e a abordagem sociocientífica, uma realidade utópica se pensarmos nas condições encontradas nas escolas. Outro ponto que podemos pensar é que os próprios cursos de licenciatura não preparam os seus alunos para serem professores que tenham tal prática. (GRUPO A- Integrante B)

Analisando a fala apresentada acima, observamos que o grupo expõe sua percepção sobre as dificuldades de abordagens conciliando perspectiva freireana e questões sociocientíficas, justificando a complexidade que envolve essas abordagens, tendo em vista a necessidade do trabalho aprofundado, interdisciplinar, bem como a ausência nas suas trajetórias de formação em perspectivas didáticas, pedagógicas, que permitissem a aproximação com métodos contextualizadores e problematizadores, devido à fragmentação dos conteúdos. Duso, Hoffman e Silvério (2013), apontam como limitações da abordagem de controvérsias sociocientíficas, a falta de estímulo, o processo de orientação das atividades (devido à dificuldade dos professores na apropriação dos conhecimentos necessários a esta tarefa), dificuldade de articular diferentes áreas do conhecimento, as especificidades de cada disciplina, dentre outras. Contudo Dionor *et al.*, (2020) apontam, além das dificuldades inerentes aos processos de planejamento, preparação aplicação de QSC no ensino de Ciências, recomendações para melhorias na formação de

professores como um modo de contribuir para superar alguns desses desafios, além da incorporação de modelos teóricos para a sua aplicação, como a estratégia proposta por Conrado (2017). As dificuldades apontadas pelos/as professores/as remetem a limitações relativas ao seu processo formativo, decorrentes muitas vezes de falhas epistemológicas do currículo que orienta a prática formativa na academia, o qual encontra respaldo, muitas vezes, na educação básica (VISSICARO; FIGUEIRÔA; ARAÚJO, 2016; MARTÍNEZ-PÉREZ; CARVALHO, 2012). É interessante notar, entretanto, a análise feita pelo grupo no sentido de apontar fatores formativos limitantes para adoção destas perspectivas no ensino de Ciências.

Um outro grupo emite a seguinte opinião acerca da viabilidade de trabalho com a perspectiva freireana e QSC no ensino de Ciências, conforme poderemos observar abaixo:

[...] Seria viável sim um ensino pautado na abordagem freireana e na abordagem de questões sociocientíficas para promover nos alunos um pensamento crítico-reflexivo, pois ambos buscam trabalhar com o contexto dos alunos, sendo social, local ou global. Dessa forma, as duas abordagens trabalham com a aprendizagem e não com a reprodução. Visam uma educação concreta sem fragmentações para que possa apresentar de forma clara a realidade dos alunos e assim facilitar na aprendizagem. Algumas vezes há divergências entre a abordagem de Paulo Freire e CTSA, pois Freire trabalha de forma humanística, tendo empatia com o outro e a abordagem CTSA não se coloca no lugar do outro. Exemplo: As questões CTSA trabalham com a fome no entanto, não se preocupa com o aluno que está nessa situação (exemplo dado em aula) (GRUPO C).

Observando a fala apresentada acima é interessante notar o interesse do grupo em aliar as suas perspectivas de ensino por um ideal de reflexão, atuação crítica, bem como a distinção apresentada pelo grupo com relação ao objetivo humanístico para a formação de professores/as. A perspectiva humanística de Paulo Freire envolve de maneira mais explícita ideais de empatia com a situação vivida pelo próximo, com o seu lugar, valorização do que ele já sabe, permeando a prática pedagógica de valores ligados a esperança, à vocação ontológica dos homens e mulheres em ser livres, participando de processos decisórios, da sua própria formação, construção, não sendo apenas coisas. Assim, a educação com base em QSC/CTSA, apesar de abarcar ideais humanistas (SANTOS *et al.*, 2012), voltados para a formação de valores e para a atuação de indivíduos bem informados na sociedade, não possui as características do humanismo freireano.

No fragmento apresentado abaixo, podemos observar a fala de um grupo sobre possíveis vantagens da junção dessas duas abordagens:

[...] A abordagem CTS e a pedagogia freireana perspectivam um ensino de Ciências que seja pautado na formação crítica e política do sujeito, na transformação e não na reprodução e manutenção do que está posto. A ideia de que o sujeito possa compreender de forma crítica o mundo em que vive e se emancipe a partir desta formação. O ensino de Ciências quando articulado a essas duas abordagens torna possível um ensino que seja emancipador político e que possibilite aos estudantes um

reflexo do mundo no qual vivem desde o micro (local) para o macro (global) (GRUPO D)

Observamos na fala acima a mobilização de características das perspectivas de ensino com base em Freire e em QSC, utilizando o argumento de que as mesmas podem proporcionar a formação crítica, política, a intervenção na realidade, bem como a compreensão de um problema tanto em âmbito local quanto global. Segundo Santos *et al.*, (2012), podemos iniciar o debate sobre uma QSC sem levar em consideração os problemas locais. Entretanto, a pesquisa de campo pode explicitar questões controversas de uma cidade ou região que sejam legitimadas pela comunidade de agentes que se propõem a codificar, compreender e transformar a situação. A ideia de conhecer para intervir e de se aproximar de um problema tanto no âmbito local quanto global, levantada pelo grupo, nos leva a refletir sobre as ideias de conscientização, humanização e utopia defendidas por Freire (1982), em que o trabalho humanizante não poderá ser outro senão o trabalho da desmitificação. Por isso mesmo a conscientização é o olhar mais crítico possível da realidade, que a “des-vela” para conhecê-la e para conhecer os mitos que enganam e que ajudam a manter a realidade da estrutura dominante (FREIRE, 1979; SANTOS *et al.*, 2012). Para Freire (1982), a conscientização leva a tomarmos uma posição utópica na realidade, sendo que, para ele, o utópico não é o irrealizável, o idealismo, mas a dialetização dos atos de denunciar a estrutura desumanizante e anunciar a estrutura humanizante, sendo, portanto, um compromisso histórico.

Valorização de conhecimentos prévios, partir da realidade do aluno, professor como agente mediador e facilitador da aprendizagem, incentivando a autonomia e a criatividade, foram critérios citados por um grupo como aspectos importantes que podem ser alcançados a partir da abordagem de questões sociocientíficas e Paulo Freire. O grupo acrescentou ainda que:

[...] Buscaremos aplicar na nossa prática essas mesmas abordagens, com relação ao nosso tema “Alimentação saudável e alimentos industrializados: a influência da mídia na construção de hábitos alimentares no séc. XXI”, na qual vimos a importância de valorizar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao que eles compreendem sobre alimentação saudável e como a mídia tem influenciado a sociedade de acordo com seus próprios interesses para o consumo de alimentos industrializados. (GRUPO F)

É interessante notar como critérios voltados à formação reflexiva e à atuação na sociedade surgem nos argumentos utilizados pelo grupo, bem como sobre aspectos políticos, midiáticos e econômicos que influenciam o tema em questão, aproximando-se de fato dos pressupostos freireanos e da educação CTSA a partir de QSC. Bencze *et al.*, (2018) adeptos à corrente sociopolítica, dialoga com pressupostos da educação crítica, voltada à reflexão do sujeito como ator social e por isso atuante na sua sociedade, e influenciado por diferentes

aspectos (como culturais, econômicos, históricos, políticos, etc.), contemplando o objetivo de atuação política no ensino de Ciências. Para estes autores a educação em Ciências deve ir além do “reconhecimento dos impactos da ciência e tecnologia na sociedade e nos ambientes, mas formar pessoas envolvidas na transformação na sociedade por meio do envolvimento na ação política e ao melhor interesse da biosfera” (ORQUÍZIA-DE-CARVALHO; CARVALHO, 2018, p. 538).

Um outro grupo emitiu a seguinte opinião sobre Freire e QSC:

[...] É importante que o educador estabeleça critérios do pensamento freireano, contudo, que além da empatia, que ele tenha o pensamento de resolução dos problemas dos sujeitos através do conhecimento. Entendemos que a compreensão de um problema sociocientífico deve percorrer a uma esfera mais ampla sendo que tal problema não é um fim em si mesmo, antes é necessária uma apresentação contextual. (GRUPO E)

É interessante o posicionamento do grupo, pois, muitas vezes, a perspectiva freireana e QSC na perspectiva CTSA podem se resumir em conceitos que não expressam de fato a complexidade dessas perspectivas teóricas. Assim, é importante esclarecer que empatia, resolução de problemas e conhecimento científico devem estar juntos para que de fato se alcance habilidades formativas libertadoras, conforme nos orienta Freire (1995, p. 141) “a afetividade não se acha excluída da cognoscibilidade” e ainda: “é preciso reinsistir em que não se pense que na prática educativa vivida com afetividade e alegria, prescindida da formação científica séria e da clareza política dos educadores ou educadoras” (FREIRE, 1995, p. 142).

Para outro grupo, o papel do/a professor (a), como agente mediador (a) dos processos de ensino e aprendizagem nas duas abordagens, pode proporcionar a reflexão crítica sobre o conteúdo. Nesse panorama, Fonseca, Lindemann e Duso (2019, p. 379) salientam que a reconfiguração curricular prevista no trabalho a partir da pedagogia freireana e QSC requer outra concepção de ensino e de profissional da Educação no sentido de que este “desempenhe o papel de mediador em processos de ensino e aprendizagem, mobilizando mudança do paradigma curricular, concepção dos conteúdos como instrumentos culturais na compreensão de problemáticas sociais”.

Outro grupo reforça esse posicionamento do (a) professor (a) em sala de aula a partir da abordagem freireana e dos pressupostos CTSA, e sua contribuição para a aprendizagem

Através do ensino de Ciências numa abordagem CTSA é importante uma educação política-reflexiva em que o professor deve ser mediador e possibilitar aos alunos uma relação dos problemas sociocientíficos com as suas possíveis causas, a exemplo temos os interesses e impactos positivos e negativos do agronegócio. O tema gerador deve inicialmente trazer a realidade local e discutir a mesma, posteriormente, para uma perspectiva mais ampla e global, acreditamos que dessa forma o aprendizado se torna “fácil”. O método de ensino baseado em Paulo Freire deve desmistificar o modelo

reprodutor de conteúdos do material didático e abandonar o viés ideológico conservador que condiciona as práticas pedagógicas em um sistema rígido e hierarquizado e que impõe limites às subjetividades sem ao menos refletir a realidade e nem mantém diálogo que discuta o contexto local e suas demandas. (GRUPO E)

Acreditamos que é a partir da aproximação com os problemas locais que podemos desenvolver a conscientização, tornando a realidade um objeto cognoscível por homens e mulheres que assumem uma posição epistemológica (FREIRE, 1980). As pessoas tornam-se responsáveis pela transformação do mundo, da realidade, penetrando-a para conhecê-la, superando situações-limite.

A educação com método freireano vem para divergir de práticas tradicionalistas trazendo novos conceitos para propor a formação que valoriza o cotidiano das pessoas uma concepção que repensa a relação da instituição, educador, aluno e a comunidade local. No caso específico do ensino de Ciências nos critérios práticos, o objetivo é abrir espaço para o diálogo, formação humanista onde o cidadão seja consciente de sua realidade na capacidade de superar os obstáculos impostos, a fim de emancipá-los oferecendo condições de inclusão, reflexão crítica, posicionamento e engajamento político. Concordamos que é necessária uma mudança no currículo, na avaliação e nos critérios de formação de professores e a partir dessa postura leva-los a prática em sala de aula” (GRUPO C).

Observando a fala acima, é interessante a apropriação do grupo com relação aos pressupostos da abordagem freireana no ensino de Ciências, apontando tais perspectivas como caminhos para mudança curricular, tendo em vista a formação reflexiva de professores/as. Esse grupo cita o papel do/a professor (a), sendo ele flexível, empático pelos problemas vivenciados pelos/as alunos/as, buscando resolvê-los. Os espaços de formação formais e não formais são pontos a serem aproximados entre as duas abordagens de ensino, para que sejam alcançadas habilidades de pensamento crítico e reflexivo. Esse mesmo grupo acrescenta ainda que:

Sobre a questão de articular as duas abordagens, é de suma importância, pois o aluno em sua formação crítica/reflexiva sobre a sua realidade, não deve separar a ciência, pois nem tudo que é feito pela ciência faz bem para o meio ambiente e para os seres humanos, e a partir disso, os alunos devem se posicionar sobre o assunto (GRUPO F).

É interessante a mobilização de aspectos relacionados à natureza da ciência e da tecnologia para justificar o trabalho com a pedagogia freireana e as QSCs. Auler (2012) aponta como um dos objetivos do ensino CTS a discussão de implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da Ciência e da tecnologia, adquirindo uma compreensão ampliada da natureza da Ciência e das atividades científicas.

3.3 O ENSINO MEDIATIZADO PELO MUNDO: APROPRIAÇÃO PELOS/AS ESTUDANTES DO USO DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA PERSPECTIVA CTSA COM BASE NA PEDAGOGIA FREIREANA

Para realizar a análise dos temas discutidos pelos/as estudantes, utilizamos as versões iniciais e finais dos scripts descritivos e a gravação dos áudios das oficinas apresentadas pelos/as alunos/as ao final da disciplina, bem como outros materiais produzidos pelos alunos. As categorias de análise utilizadas foram: apropriação da estruturação do ensino baseado em QSC (caso, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem); elementos das relações entre CTSA mobilizados pelos/as licenciandos/as; presença de intenções para ações sociopolíticas no processo de construção de SDs pelos/as estudantes/as; pressupostos da abordagem pedagógica freireana na construção de SDs pelos/as licenciandos/as; alcance de pensamento crítico pelos/as licenciandos/as com o uso das questões sociocientíficas na Educação CTSA em convergência com a abordagem pedagógica freireana; limites e possibilidades encontradas pelos/as licenciandos/as na construção das QSCs, a partir da tentativa de convergência dos pressupostos teóricos estudados.

Na tentativa de situar o/a leitor(a) nos dados produzidos para esta tese, apresentamos a seguir um quadro (Quadro 10) com uma síntese dos resultados alcançados na pesquisa, buscando construir uma visão de conjunto sobre as análises dos diferentes grupos de trabalho. Para avaliar os resultados alcançados pelos grupos, utilizamos a escala *likert* atende totalmente, atende parcialmente e não atende.

Quadro 10. Ferramenta utilizada para a análise das categorias propostas.

Categorias	Atende totalmente	Atende parcialmente	Não atende
1. Apropriação da abordagem QSC	Abordagem do caso a partir de suas controvérsias, questões norteadoras que possibilitam mobilizar conteúdos inter/transdisciplinares sobre o problema em estudo.	O caso apresenta algum grau de controvérsia; as questões norteadoras não são capazes de mobilizar aspectos principais do caso e dos objetivos de aprendizagem; os objetivos de aprendizagem não conseguem mobilizar aspectos inter/transdisciplinares capazes de promover o PC.	Não aborda o caso a partir de suas controvérsias; As questões norteadoras não permitem a compreensão crítica e integral do tema.
2. Pressupostos da abordagem freireana.	Os estudantes conseguem mobilizar todos os critérios pré-estabelecidos para a construção das aulas,	Os estudantes conseguem mobilizar de maneira parcial os critérios pré-estabelecidos para a construção das aulas,	Os estudantes não conseguem mobilizar nenhum dos critérios pré-estabelecidos.

	apresentados no quadro 12.	apresentados no quadro 12.	
3. Alcance de pensamento crítico	Alcance de habilidades relativas ao entendimento de relações amplas entre CTSA, tomada de decisão, dentre outras, melhor sistematizadas no quadro 05 em 7 critérios.	Alcance parcial das habilidades relativas ao entendimento de relações amplas entre CTSA, tomada de decisão, dentre outras, melhor sistematizadas no quadro 05	Não alcance de habilidades de PC.
4. Elementos CTSA mobilizados	Abordagem ampliada de implicações éticas, políticas, ideológicas, ambientais e científicas sobre o tema/ abordagem de aspectos relativos à natureza da ciência e tecnologia e impactos na sociedade e ambiente.	Abordagem parcial das implicações éticas, políticas, ideológicas, ambientais e científicas sobre o tema/ abordagem de aspectos relativos à natureza da ciência e tecnologia e impactos na sociedade e ambiente, sendo estas insuficientes para o alcance de uma compreensão crítica e politizada das relações que condicionam o tema.	Não indica relações entre C-T-S-A.
5. Atitudes favoráveis ao ativismo sócio-político	Intenções de intervenção na realidade, a partir de ações sociopolíticas diretas e indiretas, sensu Hodson (2004; 2011)	Intenções de intervenção na realidade, a partir de ações sociopolíticas diretas ou indiretas, sensu Hodson (2004; 2011)	Não apresenta intenções para ação sociopolítica.

Fonte: A autora

Para analisar as sequências didáticas produzidas pelos grupos, utilizamos as seguintes categorias: (1) apropriação da estruturação do ensino baseado em QSC (caso, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem), (2) elementos das relações entre CTSA mobilizados pelos/as licenciandos/as; (3) presença de intenções para ações sociopolíticas no processo de construção de SDs pelos/as estudantes/as; (4) pressupostos da abordagem pedagógica freireana na construção de SDs pelos/as licenciandos/as; (5) alcance de pensamento crítico pelos/as licenciandos/as com o uso das questões sociocientíficas na Educação CTSA em convergência com a abordagem pedagógica freireana; (6) limites e possibilidades encontradas pelos/as licenciandos/as na construção das QSCs, a partir da tentativa de convergência dos pressupostos teóricos estudados. Tais categorias foram elaboradas a partir dos objetivos de pesquisa específicos que pretendemos alcançar.

Para analisar esses resultados, utilizamos os áudios das apresentações orais, os scripts descritivos, em suas versões iniciais e finais, e os cadernos de campo. Salientamos que cada grupo de trabalho entregou quatro versões do script. Neste trecho da tese, estamos analisando apenas as versões inicial e final dos scripts sobre os temas investigados, os quais serão apresentados no quadro abaixo e discutidos nesta seção. Decidimos por este tipo de análise

devido ao grande número de materiais a serem analisados por grupo. Além disso, acreditamos que, ao observar os momentos inicial e final da trajetória dos grupos, podemos reunir constatações capazes de responder aos nossos objetivos de pesquisa.

Quadro 11. Apropriação pelos/as estudantes do uso de Questões Sociocientíficas na perspectiva CTSA com base na pedagogia freireana, a partir da análise de scripts descritivos e dos áudios das apresentações orais dos mesmos.

Categorias de análise	TEMAS SOCIOCIENTÍFICOS ENCONTRADOS NA COMUNIDADE LOCAL, ¹⁰					
	Dengue: das soluções pautadas na ciência e tecnologia aos problemas socioambientais” (Grupo A)	Proliferação de escorpiões em Amargosa-Ba: Aspectos socioambientais em evidência (Grupo B)	Desmatamento e seca do Rio Jiquiriçá: Efeitos socioambientais para diferentes grupos sociais (Grupo C)	A Legalização das drogas: entre o lícito e o ilícito (Grupo D)	Impactos socioambientais causados pelo lixo eletrônico (Grupo E)	Alimentação saudável e alimentos industrializados: a influência da mídia na construção de hábitos alimentares no sec. XXI (Grupo F)
Apropriação da abordagem em QSC	AI: Atende parcialmente (CC; QN; AO)	AI: Atende parcialmente. (QN; CC)	AI: Atende parcialmente (OA; QN)	AI: Atende parcialmente (AO; QN)	AI: Atende parcialmente (AO; QN)	AI: Atende parcialmente (AO; QN)
	AF: Atende totalmente (CC; QN; AO)	AF: Atende totalmente. (QN; CC; OA)	AF: Atende totalmente (QN; CC; OA)	AF: Atende parcialmente (QN; CC; OA)	AF: Atende totalmente (QN; CC; OA)	AF: Atende totalmente (QN; CC; OA)
Pressupostos da abordagem em freireana¹¹	AI: Atende parcialmente (1; 2; 6)	AI: Atende parcialmente. (1;2)	AI: Atende parcialmente (1;2;4;5;6;7;15)	AI: Atende parcialmente (1;2;4; 5;6;7;12;16)	AI: Atende parcialmente (1;2;4; 5;6)	AI: Atende parcialmente (1;2;6;14)
	AF: Atende parcialmente (1; 2; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 14)	AF: Atende parcialmente. (1;2;3; 4;5;6;7;8;14;15)	AF: Atende parcialmente (1;2;3;4;5;6;7;8;10;11; 12;14;15;16)	AF: Atende parcialmente (1;4;5;6;7; 9;10; 11;12;16)	AF: Atende parcialmente (1;2;3;4;5;6;7;9;10;11; 12;13;14;15;16)	AF: Atende parcialmente (1;2;3;4;5;6;7; 8;9;10; 12;13;14;15;16)
Construção de pensamento	AI: Não atende	AI: Não atende	AI: Atende parcialmente	AI: Não atende	AI: Não atende	AI: Atende parcialmente

¹¹ Os números que representam os pressupostos da abordagem freireana alcançados pelos grupos estão apresentados no quadro 12, página 170.

nto crítico						
	AF: Atende totalmente	AF: Atende parcialmente	AF: Atende totalmente	AF: Atende totalmente	AF: Atende totalmente	AF: Atende totalmente
Elementos CTSA mobilizados	AI: Atende parcialmente	AI: Atende parcialmente	AI: Atende parcialmente	AI: Atende parcialmente	AI: Não atende	AI: Não atende
	AF: Atende totalmente	AF: Atende totalmente	AF: Atende totalmente	AF: Atende totalmente	AF: Atende totalmente	AF: Atende totalmente
Atitudes favoráveis ao ativismo sócio-político	AI: Não atende	AI: Não atende	AI: Atende parcialmente	AI: Não atende	AI: Não atende	AI: Não atende
	AF: Atende parcialmente	AF: Atende parcialmente	AF: Atende totalmente	AF: Atende totalmente	AF: Atende parcialmente	AF: Atende parcialmente

Fonte: Elaborado pela autora.

¹²A seguir, detalharemos as análises, considerando cada um dos grupos, na seguinte ordem: **1.** “Dengue: das soluções pautadas na ciência e tecnologia aos problemas socioambientais” (Grupo A); **2.** Proliferação de escorpiões em Amargosa-Ba: Aspectos socioambientais em evidência (Grupo B); **3.** Desmatamento e seca do Rio Jiquiriçá: Efeitos socioambientais para diferentes grupos sociais (Grupo C); **4.** A Legalização das drogas: entre o lícito e o ilícito (Grupo D); **5.** Impactos socioambientais causados pelo lixo eletrônico (Grupo E); **6.** Alimentação saudável e alimentos industrializados: a influência da mídia na construção de hábitos alimentares no séc. XXI (Grupo F).

¹² Utilizamos os códigos AI para análise inicial e AF para análise final; QN para questões norteadoras; CC para caso controverso e OA para objetivos de aprendizagem.

3.3.1 Grupo A: “Dengue: das soluções pautadas na ciência e na tecnologia aos problemas socioambientais”

Ao analisar a proposta didática: “**Dengue: das soluções pautadas na ciência e tecnologia aos problemas socioambientais**” observamos que, na primeira versão do script descritivo, o título inicial refletia apenas o termo “saneamento básico”. A apropriação da estruturação da QSC foi lenta e gradual. Compreender a natureza da ciência é fator essencial para que os/as estudantes entendam o sentido de analisar uma QSC sob perspectivas éticas, econômicas, políticas e históricas. Nessa aula, utilizamos a dinâmica de leitura e resolução de casos envolvendo ciência e tecnologia. Após a leitura do caso, sobre a suspensão da rotulagem de produtos que contêm soja na composição, os/as alunos/as foram questionados/as quanto à intencionalidade das informações que subsidiaram a decisão a favor da suspensão da rotulagem. Para os alunos: “a intenção da ciência foi alertar a sociedade”. Segundo Gil-Pérez *et al.*, (2001), é preciso superar visões deformadas sobre a ciência e o trabalho científico, problematizando a imagem neutra da ciência, discutindo as relações de poder e interesses particulares que condicionam o fazer científico e tecnológico. A visão de ciência destituída de valores é uma herança do paradigma positivista (positivismo lógico e clássico), o que tem influenciado a maneira como nos relacionamos com os aparatos produzidos pela ciência e pela tecnologia, marcada pela percepção linear entre o que é produzido por C e T e seus desdobramentos na sociedade e no ambiente.

A neutralidade é interpretada como sendo baseada na noção de que a ciência não se apoia em valores sociais ou morais, “assim as teorias científicas seriam *neutras*, uma vez que, em princípio, o tipo de conhecimento que adquirimos com a ciência não deveria atender a qualquer interesse ou perspectiva de valor em particular” (FERNANDES, 2003 a, p. 4). Autores como Gil-Pérez *et al.*, (2001), Santos (2003) e Lacey (2006) consideram como deformada a visão de que a atividade dos cientistas não comporta valores sociais, sendo pura e socialmente neutra, e afirmam ser necessário compreender o caráter social do desenvolvimento científico.

Ao discutir a possibilidade de abordar uma questão sociocientífica sobre drogas no ensino fundamental, uma aluna desabafa: “Meu medo é trazer logo de cara, e os pais estranharem”; “É difícil ver a relação entre ciência e tecnologia com o tema drogas”. Nesse caso, a falta de reconhecimento das relações CTSA (HODSON, 2011) de um tema controverso reduz as possibilidades de uma abordagem holística e crítica em sala de aula, uma vez que a participante não visualizou um modo de conectar conteúdos de C&T (por exemplo, indústria dos medicamentos – como extrair princípios ativos de plantas; química e neurociência de drogas

lícitas e ilícitas; como drogas, incluindo medicamentos, afetam o organismo). O temor de professores/as da educação básica em abordar temas controversos tem sido um dos principais desafios no ensino de Ciências (DIONOR, 2018). Para isso, a formação cidadã, no nível do ensino fundamental, quando orientada para possibilitar o diálogo e o ressignificar da ciência e seu papel na sociedade, deve considerar, desde o planejamento didático, a importância de engajar os/as estudantes em reflexões críticas para compreender com maior profundidade relações de poder, reconhecer valores e interesses de atores/atrizes sociais envolvidos/as em controvérsias, e, por fim, participar de decisões e ações individuais e coletivas, visando o bem comum (SANTOS; CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Rosa e Auler (2016) afirmam que, o endosso a concepções neutras da ciência pode fragilizar processos participativos, democráticos, legitimando modelos de decisões tecnocráticas. Para Rosa e Auler (2016)

A suposta neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas está fundamentada na crença de eliminar/neutralizar a sociedade na tomada de decisão sobre temas científico-tecnológicos. Decisão restrita ao especialista/técnico, considerado único ator capaz de solucionar os problemas, inclusive os sociais, de um modo eficiente e ideologicamente neutro (ROSA; AULER, 2016, p. 218).

Assim, a falta de compreensão da natureza da ciência nem sempre permite que o/a licenciando/a entenda a sua relevância nos anos iniciais do ensino fundamental a partir de um problema sociocientífico e incorpore o tema em seus planos de ensino, conforme observamos nas versões iniciais do script descritivo. Na aula sobre natureza da ciência, um dos grupos compreendeu princípios importantes sobre a ciência, como podemos observar nas frases abaixo:

Chamou a atenção também no texto sobre quando a ciência e tecnologia começaram a ser questionadas, após a segunda guerra mundial. Um dos grandes golpes da ciência, o holocausto. A partir desse momento, as pessoas pensaram que nem sempre a ciência é a favor da vida. Outra coisa que pensamos é que, por exemplo, o ovo, era visto como um vilão da saúde e hoje ele é extremamente usado, considerado um dos alimentos mais importantes. A mesma coisa é o medicamento, serve para uma doença, mas ataca outro órgão. A ciência sabe que vai te fazer mal, que interesses estão por trás? A ciência vai sendo feita para beneficiar as empresas e não as pessoas. No caso de Mariana, tiveram vários estudos ali, arquitetos, engenheiros, mas em nenhum momento pensaram na população que vive ali, eles queriam o quê? O lucro. (GRUPO A)

Observa-se claramente uma percepção crítica acerca da natureza controversa, histórica e valorativa da ciência, construída nesta aula. Segundo Rosa e Auler (2016), ser convencido sobre a existência de uma ciência neutra tem a intenção de eliminar a tomada de decisão pública sobre os processos que envolvem ciência e tecnologia. Quando o grupo relata sobre o que aconteceu em Mariana, percebe-se a emersão do caráter valorativo existente na compreensão da problemática, uma vez que citaram a existência de um corpo técnico que, em nome da ciência, avaliou as condições da barragem, mas em nenhum momento o olhar da população

local, sobre as consequências da construção da barragem, foi valorizado. Os estudantes perceberam, então, que a dimensão científica deve vir acompanhada das dimensões de outras naturezas, como o campo dos valores, econômicos, éticos e políticos (ROSA; AULER, 2016).

A incorporação nos planos de aula desses princípios se iniciou a partir da terceira versão do script descritivo e após orientações em grupo. Podemos observar, abaixo, fragmentos que representam a incorporação de princípios envolvendo a natureza da ciência pelo grupo.

O determinismo científico e tecnológico e a não neutralidade da ciência também foram contemplados na versão final script pelo grupo.

Alguém de vocês já ouviu falar sobre os mosquitos da dengue transgênicos, tecnologia para reduzir as populações do *Aedes aegypti*? O vídeo vem trazendo como esses mosquitos transgênicos agem para minimizar a proliferação de mosquitos contaminados com o vírus da dengue. E com certeza é muito eficaz temporariamente. Na verdade, crianças, colocamos muita fé na ciência e tecnologia para resolver esse problema, entretanto esse problema tem raízes mais profundas que precisam ser discutidas. Sim, crianças, como viram esse é um de muitos métodos para combater a proliferação do mosquito, porém, crianças, vamos refletir um pouco agora, será que a criação desse mosquito realmente é o essencial para combater ou é algo que pode combater no momento, mas não soluciona o problema? Será que ele não pode originar outras doenças? Será que vale a pena o investimento elevado nesta medida paliativa? E quais medidas podem ser adotadas tanto por parte dos órgãos competentes quanto pela sociedade para a real erradicação desse mosquito? Esse método não garante uma total erradicação do mosquito (GRUPO A)

Segundo Rosa e Auler (2016), ainda, no ensino de Ciências, há poucos momentos para se discutir os mitos da ciência, reduzindo hábitos de participação popular nos âmbitos de C&T. Para os autores, o determinismo tecnológico está alicerçado na visão de tecnologia como autônoma e que não é condicionada pela ação humana, bem como na ideia de progresso como caminho fixo e inevitável.

Conrado e Conrado (2016) discutem a presença de mitos do cientificismo no discurso de licenciandos/as de biologia, a partir de QSC, e afirmam que a discussão sobre aspectos de natureza da ciência é essencial para maior desenvolvimento de criticidade, capacidade de tomada de decisão e ação dos/as estudantes. A fé exagerada na ciência contribui para a manutenção e a propagação de mitos, endossando visões que posicionam a ciência em uma relação de superioridade frente a outros saberes. Para Freire (1996), vivemos em um tempo altamente tecnologizado que pode causar um excesso de racionalidade, fruto de uma ingenuidade que deve ser superada por uma prática educativa progressista, desenvolvendo a curiosidade crítica. Neste panorama, Freire (1996) ressalta que não nega os benefícios da ciência e tecnologia, mas que não as diviniza, olhando-as de forma criticamente curiosa. Segundo o mesmo autor, o progresso científico e tecnológico que não responde

fundamentalmente aos interesses humanos e às necessidades de sua existência perdem o seu significado. Para Freire (1995, p. 130).

Para todo avanço tecnológico haveria de corresponder o empenho real de resposta imediata a qualquer desafio que pusesse em risco a alegria de viver dos homens e das mulheres. A um avanço tecnológico que ameaça a milhares de mulheres e de homens de perder seu trabalho deveria corresponder outro avanço tecnológico que estivesse a serviço do atendimento das vítimas do progresso anterior. Como se vê, esta é uma questão ética e política e não tecnológica. O problema me parece muito claro. Assim como não posso usar minha liberdade de fazer coisas, de indagar, de caminhar, de agir, de criticar para esmagar a liberdade de outros de fazer e de ser, assim também não poderia ser livre para usar os avanços científicos e tecnológicos que levam milhares de pessoas à desesperança.

O desafio está posto diante do fato de que enfrentamos diariamente a falta de atribuição de significados no ensino dos conteúdos científicos, o que tem distanciado, muitas vezes, os/as alunos/as da escola, da ciência. Contudo, não queremos superar a ausência de sentidos somente quando relacionada à compreensão de conteúdos científicos, mas com relação à própria natureza da ciência, seus desdobramentos na sociedade e no ambiente, bem como os valores que condicionam as práticas dos/as cientistas. Os fragmentos abaixo apresentam ainda um pouco da visão crítica envolvendo ciência, tecnologia, sociedade e ambiente incorporada no script final pelo grupo.

Será que só a limpeza do quintal? Será que a dedetização e o mosquito transgênico da dengue resolve? Será que o desmatamento não influencia? Não devemos pensar em resolver de imediato! A gente não pensa nos fatores políticos e no interesse do capitalismo com relação ao problema. A gente só pensava em sintomas e em como prevenir. Mas, e o governo? Será que o mosquito transgênico não tem relação com a microcefalia? Eu nunca pensei que o “fumacê” pudesse fazer mal, nunca parei para pensar. Devemos instigar os alunos para pensarem. A gente sabe que a ciência tem interesses. Ela, o governo culpa a população. Ela não diz que o foco vai muito mais além. É muito mais fácil culpar os indivíduos, pôr o foco nas casas, do que parar para pensar em fatores ambientais que podem contribuir, como desmatamento também tem culpa, precisamos também melhorar o saneamento básico. A biotecnologia, empresa de Bil Gattes, faturou 18 milhões de euros na modificação genética do mosquito transgênico (Grupo A)

A ciência trabalha muito com o imediato, então, surge um problema ela vai lá e tenta achar uma solução, se não der certo, tiver problema, surgir, com isso, outra doença, ela vai lá e inventa outra coisa, então ela trabalha muito com o capitalismo. Então, criam o mosquito transgênico, mas ele só vive no máximo 30 dias, então é uma coisa muito imediatista, mas de acabar com o foco não se fala (Grupo A).

Nesse caso, podemos perceber que as reflexões acima indicam uma ampliação da concepção de conteúdo científico, enquanto objeto dos processos de ensino e aprendizagem, que pode ser relacionado com as dimensões conceituais (ex. conceito de desmatamento, transgênicos e microcefalia); procedimentais (ex. entendimento da técnica de dedetização/fumacê; reconhecimento de sintomas da dengue); e atitudinais (ex. interesses do governo e da ciência) na discussão da QSC, como sugerem Conrado e Nunes-Neto (2018).

Segundo os autores, a contextualização promovida na discussão da QSC, dessa maneira mais ampliada, incluindo essas dimensões, aumenta o interesse dos/as estudantes pelos conteúdos, além de favorecer seu engajamento em questões socioambientais relevantes, que impactam o seu dia-a-dia. Portanto, isso explicita a importância do conteúdo científico, aproximando os/as estudantes da aplicação destes na realidade.

Freire (1996) ressalta que é papel da ciência explicar a realidade em sua complexidade com ética, responsabilidade e criticidade. Para o autor, esta é a tarefa da ciência que, sem o bom senso do/a cientista, pode se desviar e se perder. O autor completa

Não tenho dúvida do insucesso do cientista a quem falte a capacidade de adivinhar, o sentido da desconfiança, a abertura à dúvida, a inquietação de quem não se acha demasiado certo das certezas. Tenho pena e, às vezes, medo, do cientista demasiado seguro da segurança, senhor da verdade e que não suspeita sequer da historicidade do próprio saber (FREIRE, 1996, p. 63).

Este bom senso permite pensar, por exemplo, que é imoral afirmar que a fome e a miséria são fatalidades. Essa percepção nos encaminha para que, através do rigor científico, possamos construir uma visão crítica sobre os fatores causadores da fome e da miséria. Observamos muitas vezes, nos livros didáticos, que não há uma intencionalidade clara em mostrar, por exemplo, quem são os maiores poluidores, consumidores e causadores da falta de água, pois o conteúdo do livro se limita a uma análise pontual do problema, trazendo imagens muitas vezes voltadas para o controle do consumo doméstico individual e para as empresas que distribuem água. Segundo Maestrelli e Lorenzetti (2017, p. 13) ao analisar a presença de relações CTS o livro de Ciências a partir da temática “água”, constataram que “os resultados indicam que a abordagem das relações CTS ainda é escassa. E ainda: “dos 14 descritores investigados, apenas 8 indicadores CTSA foram localizados”. Este tema quando trabalhado articulando relações CTSA, pode contribuir com a formação crítica, emancipação e engajamento dos alunos nos anos iniciais (VISSICARO; FIGUEIRÔA; ARAÚJO, 2016; SILVA; STRIEDER, 2017). Segundo Freire (1996), “[...] faz parte do poder ideológico dominante a inculcação nos dominados da responsabilidade por sua situação”.

A partir das indicações de leituras, o grupo foi avançando e compreendendo que o tema precisava de uma abordagem social e crítica, como podemos observar nos fragmentos abaixo, retirados do caderno de campo no decorrer do semestre:

Eu não sabia que dar uma aula com uma abordagem CTS era tão difícil, é complicado, tive que ler bastante. Às vezes pensa que pegar o tema lixo e levar para sala de aula é fácil, mas não é, é complicado. Mas, está sendo bom, ler sobre o assunto, a gente já pensa em levar uma outra abordagem sobre o assunto, não é uma abordagem simples, como estávamos pensando antes e achar uma metodologia também é complicado. (Grupo A)

A ciência tem que ser tratada no cotidiano escolar, mas não de uma forma “dada”, ah é isso e acabou. Ninguém questiona nada, a verdade é aquela. Estabelecer a essa relação em sala de aula, trazer a ciência para a sala de aula, mas permitir a criança refletir, questionar, criticar, os impactos positivos que são muitos, mas também os impactos negativos. (Grupo A)

Para os/as alunos/as, esta é uma abordagem diferenciada e que, por isso, exige leitura intensa sobre o tema, para que se conheça as suas diferentes relações com os aspectos social, científico, ambiental, político, ideológico, econômico, dentre outros. Entender que o ensino de Ciências precisa superar a tendência ‘conteudista’ (com ênfase na memorização de conceitos científicos), sem relação com a realidade do educando, é essencial na formação de professores/as, sendo que as QSC na perspectiva CTSA (CONRADO; NUNES-NETO, 2018), juntamente com a abordagem freireana, possibilitam horizontes outros, os quais permitem, a esses/as futuros/as professores /as, questionar a sua prática e o mundo que os rodeia, pela aproximação e empatia com o tema estudado. Ao considerar a abordagem de QSC como algo que não é simples e que demanda pensar em uma metodologia adequada, nos remetemos a Freire (1996), quando afirma que ensinar exige reflexão crítica sobre a prática. Para o autor, é pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que conseguimos melhorar a próxima prática.

Notamos na fala do grupo que a maneira como a abordagem de QSC na perspectiva CTSA foi realizada permite conhecer de forma mais aprofundada o tema estudado. Ao conhecer de maneira mais complexa, o/a estudante reconhece a necessidade de tratar o tema em sua integralidade (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; ANDRADE, 2016). Os/as estudantes também questionam a visão de ciência como única e infalível, considerando a necessidade de uma abordagem que possibilite questionar e refletir sobre o que é produzido pela ciência e pela tecnologia, contextualizando-as (CONRADO; CONRADO, 2016; ROSA; AULER, 2016). Uma abordagem descontextualizada da ciência não dialoga com o contexto social e se esquece das amplas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e das influências ideológicas que negam certas consequências da ciência e da tecnologia na sociedade (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Essa abordagem descontextualizada pode também dificultar o embasamento crítico-reflexivo dos/as professores/as para que problematizem as relações CTSA e as perspectivas tecnicistas presentes na educação (PEDRETTI, 2003). Para que essa visão seja superada, é necessário que pensemos em abordagens de ensino que tragam para dentro da escola uma imagem da ciência carregada de dúvidas e incertezas, para que a comunidade escolar como um todo se aproxime dela, conhecendo aspectos que envolvem a construção do conhecimento científico. Na última fala, fica implícita uma postura de convivência com os impactos positivos ou negativos da CT

na sociedade. Apesar de terem sido usados os termos refletir, criticar e questionar, não se observa uma postura compatível com uma possível participação no direcionamento desse desenvolvimento científico-tecnológico.

Medina, Martínez-Pérez e Lozano (2009), em um trabalho com QSC em contexto rural, constataram que as relações entre ciência-tecnologia-sociedade não são percebidas pelos/as professores/as no contato inicial com QSCs. Para os/as professores/as participantes daquele trabalho, a ciência se reduz ao método científico, cultivando uma visão aproblemática, ahistórica e individualista sobre a ciência, imagem construída a partir de suas experiências profissionais. A tecnologia é vista como a aplicação de conhecimentos científicos, limitando a abordagem das relações CTS dentro da escola. Esses autores apontam a necessidade de atividades formativas com os/as professores/as que lhes possibilitem melhor compreensão sobre as relações entre CTS e os processos de ensino e aprendizagem, bem como permitam a reflexão sobre a dinâmica da ciência e tecnologia no mundo contemporâneo, a fim de contribuir com novas práticas de ensino.

Inicialmente, os alunos apresentaram dificuldade em identificar uma controvérsia ligada ao problema, o que aconteceu inclusive em todos os grupos. Na versão final do script, o grupo apresentou um caso, o qual continha uma controvérsia que permitiria mobilizar possíveis tomadas de decisão, e que envolve elementos da dimensão atitudinal. A apropriação das maneiras de organizar uma QSC, no que tange à organização dos casos, foi influenciada por particularidades que envolvem os modos de ensinar característicos da Pedagogia, que contemplam arte e a ludicidade. Assim, outras linguagens para apresentar o caso foram possíveis, como, por exemplo, uso de tirinhas e charge. As perspectivas lúdicas e artística estiveram presentes no processo de construção do script, como uma tendência existente nos cursos de Pedagogia e que pode permitir ao trabalho com QSC no ensino fundamental o diálogo, a relação com a realidade, o alcance da dimensão cognitiva apropriada, elementos essenciais para a aprendizagem nos anos iniciais de escolaridade.

As questões norteadoras foram apresentadas durante o processo de construção do script e, ao final, e refletiam parcialmente aos objetivos de aprendizagem nas dimensões CPA. Os/as estudantes apresentaram dificuldades em organizar as questões norteadoras a partir dos objetivos de aprendizagem estabelecidos. Para muitos/as estudantes, organizar muitas questões norteadoras exigiria o tratamento ainda mais complexo da QSC. Do mesmo modo, os/as estudantes apresentaram dificuldades em organizar os objetivos de aprendizagem e em entender que as dimensões que envolvem um conteúdo compreendem conteúdos, procedimentos, valores, atitudes e normas, o que requer uma prática que reconheça a necessidade de tais

dimensões no ensino, em busca da superação do conceitualismo vazio e do tecnicismo (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). No entanto, a organização dos conteúdos nas dimensões CPA realizadas pelos estudantes permitiram a discussão de aspectos essenciais para a construção da criticidade, do letramento científico, da formação explícita de valores, da formação política, aspectos imprescindíveis em uma abordagem de QSC na perspectiva CTSA com base na pedagogia freireana.

As questões norteadoras trazidas pelo grupo na versão final do script foram as seguintes: Para você de quem é a culpa? Essa situação é muito frequente onde você mora? Você já presenciou situações como essa? Em sua opinião quais são os possíveis malefícios devido ao acúmulo de vasos destampados com água acumulada no quintal e esgoto exposto nas ruas? Se você morasse nessa rua, o que faria para resolver esse problema? Em sua opinião, o que é saneamento básico? Quais os principais responsáveis pela proliferação dos mosquitos e larvas transmissores da dengue e de outras doenças? Quais as doenças que você conhece que são transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* (mosquito da dengue)? Você conhece os sintomas da dengue? O que você, juntamente com sua turma, poderia fazer para ajudar famílias como a do senhor José para a redução ou a eliminação da proliferação do mosquito da dengue? Que ações cotidianas de sua turma ou de outras pessoas podem agravar ou melhorar situações como a da família do senhor José? O que pode ser feito para a redução ou eliminação do mosquito *Aedes aegypti*? O que você e seus colegas podem fazer para mostrar a sua família, sua comunidade e seus colegas da escola sobre os perigos provocados pela falta do saneamento básico e pela água reservada inadequadamente nos quintais das casas? Existe relação entre o surto de dengue e desmatamento? Que fatores econômicos têm colaborado para o aumento do surto da doença? Vocês acham que o desmatamento vem também influenciando na propagação e proliferação do mosquito da dengue? Para vocês existe relação entre Ciência e Tecnologia com o saneamento básico e o mosquito da dengue? Como o uso da ciência e tecnologia podem contribuir para a melhora ou agravamento dessa situação? No nosso entendimento, apesar das questões norteadoras não refletirem todas as discussões e aprendizagens alcançadas pelos grupos, as mesmas indicaram uma possibilidade de discussões significativas, orientando a problematização de aspectos sociais, políticos e econômicos relacionados ao tema.

Optamos por analisar este grupo de maneira mais detalhada, pois este foi um dos temas mais relevantes para o contexto da cidade, sendo constantemente apontado pelos alunos nas buscas pelas QSCs, além de ser alvo de debates constantes no contexto escolar devido a epidemia que atinge a região; ainda, nesse sentido, este tema vem sendo amplamente discutido

nos meios de comunicação, é altamente controverso, envolve relações CTSA, apresentando, portanto, características de uma QSC na perspectiva CTSA.

3.3.2 PRESSUPOSTOS DA ABORDAGEM PEDAGÓGICA FREIREANA NA CONSTRUÇÃO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PELOS ESTUDANTES

Na fase inicial de construção do script descritivo, observou-se que o grupo introduz o tema a partir de uma problematização inicial, encontrada a partir de pesquisa no contexto local, que permitiu nos aproximarmos dos conhecimentos prévios dos/as alunos/as. Tal problematização inicial é imprescindível na perspectiva freireana, uma vez que, para Freire (1995), ensinar exige respeito aos saberes dos/as educandos/as. Para o autor, é papel do/a professor (a) não só respeitar os saberes construídos em sua prática, mas também discutir com os/as alunos/as “a razão de ser de alguns desses saberes em relação com o ensino dos conteúdos” (FREIRE, 1995, p. 30).

Na primeira versão do script, não foram observados sinais significativos da pedagogia freireana. No entanto, na versão final, observamos que o grupo utilizou diferentes metodologias e recursos didáticos para abordar o tema, explorando recursos audiovisuais, atividades em grupos e elaboração de materiais pelos/as alunos/as, como poderemos observar nas falas a seguir:

Vamos fazer com vocês um experimento que mostra como a água chega no rio quando esse rio é cercado por matas ciliares e também como a água chega no rio quando o rio é desprotegido, ou seja, quando ele não tem mata ciliar. Podem vim! Se aproximem da mesa por favor! Vamos lá! (GRUPO C)

Pronto crianças, agora depois de tudo que foi explicado através, que tal nós fazermos uma coisa diferente? O que vocês acham de mostrar o que cada um aprendeu? Queremos pedir para cada um de vocês que façam um resumo do que entenderam do conteúdo mostrado aqui em forma de história, pode ser um relato ou mesmo em forma de quadrinho, vocês é que vão decidir, cada um fara do jeito que achar melhor, e depois vamos colar o trabalho de cada um de vocês no livro gigante, o que acham? (GRUPO C)

Agora para descontrair um pouco iremos assistir primeiramente um vídeo que irá abordar sobre as principais causas da dengue, os sinais, seus sintomas, e como podemos evitar a proliferação do mosquito. (Nesse momento levaremos um notebook para que eles possam assistir o vídeo) (GRUPO A)

A utilização de diferentes recursos e estratégias didáticas é importante na medida em que acreditamos que os processos de ensino e aprendizagem podem ser potencializados com a ajuda de instrumentos didáticos que permitam aos alunos visualizar de diferentes maneiras um mesmo conteúdo. Apesar dos alunos mencionarem a utilização de recursos didáticos, a maior parte das aulas ainda foram expositivas, no entanto, dialogadas, à medida que os licenciandos buscavam

envolver os alunos no discurso, entender a sua opinião e participar das atividades em sala. Observamos também que na maioria dos scripts as atividades procedimentais estavam mais ao final dele e não no decorrer das aulas. Ao organizar os procedimentos de ensino a partir de uma abordagem temática, devemos considerar o uso de diferentes estratégias didáticas, como leitura e discussão de textos e reportagens, slides, fotografias e confecção de cartazes, dentre outras, como indispensáveis para uma intervenção realmente problematizadora e não-bancária. Acreditamos que, ainda que os assuntos tenham em si uma intenção educativa crítica, os instrumentos didáticos precisam permitir aos alunos atuarem, utilizando seus diferentes sentidos, para alcançarem uma compreensão crítica sobre o tema. Apresentamos, no quadro 12, critérios considerados para a elaboração do plano com base na pedagogia freireana.

Quadro 12. Critérios freireanos que foram considerados para elaboração do plano.

1-Introduzir o tema a partir de uma problematização
2- Procurar se aproximar dos conhecimentos prévios dos alunos.
3- Promover diálogo entre diferentes saberes.
4-Utilizar linguagem apropriada ao contexto da sala de aula favorecendo a aproximação à linguagem formal.
5- Utilizar diferentes recursos e estratégias pedagógicas.
6- Lançar questões da realidade para os estudantes em sala.
7- Contextualizar os assuntos.
8- Questionar de alguma maneira a considerada superioridade da ciência com relação a outros saberes.
9- Discutir o salvacionismo científico e tecnológico (a ideia de que a ciência e tecnologia são capazes de solucionar todo e qualquer problema da humanidade).
10- Abordar a não neutralidade da ciência e seus estereótipos (a ciência guarda interesses particulares e relações de poder).
11- Incentivar a intervenção na prática.
12- Encorajar os alunos na busca de informações.
13- Abordar impactos da ciência na sociedade e no ambiente.
14- Abordar valores e atitudes
15- Adotar postura de empatia/ se interessa com a situação do aluno.
16-Motivar o aluno

Fonte: elaborado pela autora (2019)

O grupo enfatizou a formação humanista como sendo algo positivo ao se articular Ciências com o contexto local, tornando o ensino mais significativo, mais comprometido com a realidade dos/as licenciandos/as e com os/as próprios/as educandos/as, quando ressaltaram a importância de analisar a realidade para entendê-la, a importância de compreender os interesses particulares e relações de poder que envolvem ciência e tecnologia, bem como o encorajamento de ações práticas para intervir no problema estudado, tendo em vista a emancipação dos sujeitos. Como uma aluna salientou: “Não é só alfabetizar, é formar sujeitos cidadãos” (GRUPO A).

Em uma discussão em sala de aula, sobre o destino do lixo na comunidade, um grupo enfatizou o papel desempenhado pelo/a catador (a) na comunidade, a vulnerabilidade que sofre em seu ambiente de trabalho, o preconceito a que é submetido (a) e ações que poderiam ser realizadas para desconstruir a imagem preconceituosa que a sociedade possui sobre este/a trabalhador (a) (MEDEIROS; MACEDO, 2006). Adicionalmente, o grupo buscou identificar conhecimentos prévios dos/as alunos/as. Assim, os/as estudantes veem a necessidade de falar sobre o papel do/a catador (a) para a sociedade, quando afirmam: “Tenho que trazer, para eles, a importância do catador para as crianças, porque ele é vizinho e eles não conhecem, que faz um papel importante para eles” (GRUPO A). Isto para nós é um sinal de que o grupo visualiza a necessidade de discutir e mostrar para os/as alunos/as os diferentes valores existentes na sociedade, colocando o/a catador (a) com sujeito que contribui para com a qualidade do meio ambiente e destacando, ao mesmo tempo, a sua vulnerabilidade. É clara, então, a tentativa de humanizar este/a catador (a), buscando fazê-lo refletir sobre a importância e injustiças do seu trabalho. O grupo analisa ainda a produção do lixo pelas diferentes classes sociais, afirmando que “existem diferenças na quantidade de lixo produzido, pelos diferentes grupos sociais, as classes sociais mais baixas ainda consomem o lixo produzido pelas classes altas” (GRUPO A).

As frases acima ilustram a incorporação de aspectos humanísticos e de valorização de diferentes saberes, ao considerar o/a catador (a) como indivíduo que merece visibilidade e respeito na sociedade, portanto manifestam empatia com as situações existenciais vivenciadas pelo próximo, a serem superadas por meio da emancipação humana, evidenciando a fé na vocação ontológica do ser humano em ser livre, em ser gente (FREIRE, 1995). Essas frases também traduzem uma análise crítica sobre a produção do lixo pelos diferentes grupos sociais, impulsionado pelo desenvolvimento científico e tecnológico (SOUZA; SILVA; BARBOSA, 2014) e a relação do lixo produzido com a subsistência do/a catador (a), mesmo sob condições de vulnerabilidade social e de saúde. Santos (2009) discute sobre a importância da formação humanística na perspectiva freireana, na educação científica. Para esse autor, o/a professor (a) deve fazer o/a aluno (a) enxergar as desigualdades e contradições que existem no seu contexto para que possa agir sobre ele. Ao se importar em analisar as contradições existentes na sociedade quanto à produção do lixo pelos diferentes grupos sociais, o grupo desvela, problematiza, quem sofre mais com a disposição do lixo, aonde encontram-se os lixões, porque nos bairros ricos não há lixos jogados, o que é, sem dúvida, um pedido da pedagogia freireana. Neste panorama, vale ressaltar que segundo Aguyeman e Carmin (2011) boa parte do lixo eletrônico gerado pela União Europeia é exportado para depósitos de lixo na África e na Índia, atraindo adultos e crianças em busca de sucata. Segundo o Greenpeace (2008), a queima ou

despejo inadequado destes materiais, geram ainda a contaminação de solos, água e ar por chumbo, cádmio, dioxinas cloradas- todos cancerígenos e neurotóxicos. Vemos então, um quadro claro de injustiça e racismo ambiental, os quais precisam ser problematizados em sala de aula.

Para os/as participantes, Freire ajuda a ouvir o/a aluno/a e a levar questões da realidade existencial para a sala de aula. Ao discutir em sala sobre a pedagogia freireana e suas contribuições para o ensino de Ciências, o grupo complementa: “Temos o livro didático que o governo disponibiliza, mas, às vezes, vem um conteúdo que não tem nada a ver com a experiência do aluno. É isso que a senhora fala, de ver na realidade do aluno, trazer aquilo que está no cotidiano dele” (GRUPO A). É importante, do ponto de vista da formação da autonomia do/a professor(a), que o/a mesmo/a reconheça os limites e possibilidade do uso do livro didático para o trabalho em sala de aula, em uma perspectiva crítica, como um apoio, e não como a única via possível de se construir conhecimentos, uma vez que este funciona como instrumento de comunicação, produção e transmissão de conhecimento científico, sendo, portanto, uma construção cultural, ligada a uma lógica de mercado, podendo veicular valores ideológicos orientados culturalmente. O livro didático, segundo Megid Neto e Fracalanza (2006), tem sido utilizado no ensino de Ciências como material de apoio, fonte de informação para o/a professor (a) e para o(a) aluno (a), além de auxiliar o professor na avaliação do seu trabalho. Para Nascimento e Alvetti (2006), o livro didático também auxilia na atualização dos professores a partir do contato com temas contemporâneos.

Relembramos que o currículo é considerado “como um complexo e poderoso artefato educacional, organizador das formações” (MACEDO, 2012, p. 22). Entendemos, portanto, que o currículo escolar nem sempre é coerente com as verdadeiras necessidades do ensino, uma vez que ele reproduz determinados preceitos políticos, éticos e ideológicos orientados a atender determinados interesses em particular (MACEDO, 2012). Para Freire (1921), precisamos orientar os/as alunos/as a ler o mundo para que, no processo dialógico de decodificação, o indivíduo possa superar a situação-limite que o desumaniza, o inferioriza e o impede de ver as contradições deste. No campo da educação CTSA, superar situações-limite envolve a ressignificação da ciência e da tecnologia, compreendendo suas múltiplas relações e interesses particulares, superando mitos cientificistas que nos afastam da atividade científica como ato social, realizado por grupos humanos junto com os seus valores e crenças.

Martinez-Pérez (2012) tem observado que o uso de QSC na formação de professores/as tem contribuído para a autonomia docente e para torná-los/as investigadores/as da sua prática, questionando o currículo tradicional. Segundo o autor,

A perspectiva adorniana¹³ sobre a educação nos ajuda a compreender o processo de formação de professores/as como um processo permanente, que transcende os diferentes momentos da escolarização, sendo importante o envolvimento dos/as professores/as em experiências crítico-formativas que os/as encorajem na constituição de sua autonomia (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012, p. 83).

“O grande desafio que existe no âmbito educacional hoje, à luz do pensamento de Adorno, é a crítica à semiformação, não só no contexto macrossocial, mas no espaço da própria sala de aula” (BANDEIRA; OLIVEIRA, 2012, p. 231).

Freire (1995) questiona o porquê de não discutirmos com os/as alunos/as a realidade concreta a que se deva associar a disciplina; porque não aproximar a realidade existencial dos alunos aos conteúdos curriculares previstos, bem como o descaso dos dominantes pelas áreas pobres da cidade e os valores morais presentes nesse descaso, uma vez que a escola não é um espaço neutro, onde a realidade e as condições de vida não devam ser problematizadas, pelo contrário, é através das problematizações dessas questões que conseguimos fazer emergir o significado da prática docente.

O grupo selecionou objetivos de aprendizagem na escrita do script final, na tentativa de encorajar os alunos na busca de soluções de problema da sua realidade, incentivando a intervenção na prática, como podemos observar na seguinte frase:

Identificar ações que devemos fazer para acabar ou minimizar com mosquito da dengue [...] Utilizar imagens e vídeos dos locais onde se encontra esgoto exposto como forma de impactar e alertar os alunos como também a comunidade sobre os riscos que eles correm por estarem em contato com esse esgoto. (Grupo A).

Além disso, o grupo citou a pretensão da realização de uma visita de campo às áreas mais afetadas pela má disposição do lixo, pois, segundo o grupo, “seria interessante, pois é problemático. Nós queremos que ele compreenda como esse esgoto impacta na vida dele, isso já são valores, como ele pode intervir”. No entanto, a atividade não foi realizada, pois não possuíam meios para transportar os alunos. Tais falas indicam a influência freireana, na medida em que, para o autor, é necessário partir da realidade do educando, para que o mesmo se perceba enquanto indivíduo capaz de agravar ou amenizar os problemas existentes em sua realidade (FREIRE, 1995; FREIRE, 1967).

¹³ “A formação, segundo Adorno, tem um caráter duplo, enquanto adaptação para manter a ordem criada pelo homem ou como desprendimento da mera adaptação, para a necessária reflexão subjetiva que visa à emancipação dos sujeitos dos mitos criados historicamente” (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012, p. 79). A semiformação pode gerar a acomodação diante de processos opressores, endossando visões instrumentais na formação docente. Pretendemos nos aproximar deste referencial em pesquisas sobre formação docente, tendo em vista a sua importância na compreensão dos problemas que afligem o campo da formação de professores/as.

No script final, o grupo apresenta trechos que indicam uma influência da pedagogia freireana. O grupo inicia a aula a partir da problematização com uma situação local, buscando discutir um problema socioambiental do contexto dos alunos, como podemos observar nos fragmentos a seguir:

Crianças o que vocês puderam compreender com a leitura desse caso?; [...] Onde vocês moram tem esgoto a céu aberto também como no do caso que contamos? (Grupo A).

A partir dessas fotos podemos ver que não são em todos os bairros e nem em todas as ruas da cidade de Amargosa que estão assim com esses problemas são apenas os bairros periféricos, como por exemplo no centro da cidade não estão dessa maneira, as ruas são todas limpas e organizadas, com o saneamento básico todo adequado. (Grupo A).

Segundo Freire (1967), a problematização promove o exercício de ação e reflexão, levando ao conceito de práxis, bem como permitindo a formação do pensamento crítico, possibilitando o questionamento das contradições sociais, levando ao desvelamento pelo oprimido de sua realidade opressora. Recordamos aqui a discussão trazida por Freire (1967), quando argumenta sobre o fatalismo que, muitas vezes, nega a condição humana de indivíduos que vivem em condições de opressão, em bairros pobres, sem direito a saneamento básico, sem água, onde seus direitos são atropelados, sem que os mesmos problematizem a sua própria condição de vida. Para ele, a frase: “É triste, mas, o quê fazer? A realidade é mesmo esta”, guarda um determinismo, um discurso universal, repetitivo, que nega aos indivíduos o direito de serem livres, promovida por indivíduos pragmáticos e neoliberais, em sua posição fatalista habitual, sempre a favor dos poderosos (FREIRE, 1996). Cabe a nós, educadores, não cruzar os braços diante da miséria que assola e esmaga tantas almas, diante de um discurso morno diante das desigualdades, o qual nega a vida, os direitos, a consciência do inacabamento humano e por sua vez a sua vocação à liberdade. Nesse contexto, julgamos mais que necessário, no Ensino de Ciências, o olhar problematizador, na busca em aliar conteúdos curriculares com uma formação para a vida, que liberte, que forme de maneira integral os indivíduos, que não imobilize os indivíduos diante do discurso fatalista silenciador. Assim, o presente *está sendo* e não *é*, o futuro não é inexorável. Assim, deve-se saber da História como possibilidade e não como determinação.

A partir do script descritivo final, o grupo incentiva os/as alunos/as para uma intervenção prática para solucionar o problema, quando almeja identificar ações que deveriam fazer para minimizar a proliferação do mosquito da dengue. O grupo continua problematizando os culpados pela falta de saneamento básico, como podemos ver nos trechos a seguir:

Na verdade todos nós somos culpados, entretanto os governantes são os principais responsáveis, escolhidos pela sociedade para cuidar do bem comum de todos nós,

como por exemplo cuidar da pavimentação e do saneamento básico das ruas, pois sabemos que se não houver um saneamento básico apropriado as águas dos esgotos pode ocasionar a contaminação dos rios, lagos e de seus afluentes, por isso crianças que não adianta colocarmos a culpa apenas nos moradores, entretanto, tendo em vista que eles tem a responsabilidade de cuidar dos seus quintais, de saber descartar corretamente o lixo como ação individual, de deixar as caixas d'água tampadas, de não deixar pneus acumulando água, dentre outras coisas que sabemos que podemos fazer para ajudar a minimizar a proliferação do mosquito, então, crianças, a realidade é que se todos nós fizéssemos a nossa parte, o meio ambiente como também as nossas ruas não estariam dessa maneira, e consequentemente não estaríamos vendo casos tão graves de doenças como a dengue (Grupo A).

Observamos, a partir desses trechos, que o grupo pretendeu abordar valores e atitudes com os estudantes. Tal posicionamento é essencial para a construção de indivíduos críticos e participativos, capazes de modificar a realidade em que vivem (FREIRE, 1996; 1997). Nós, que estamos responsáveis pela formação acadêmica dos/as licenciandos/as, precisamos entender que dinâmica é essa que envolve a escola e a sociedade para que possamos elaborar planos e objetivos educacionais alinhados com a realidade existencial dos/as licenciandos/as. Isso envolve ser empático com a realidade dos/as educandos/as, saber o que lhes comove enquanto gente e, assim, respeitar os conhecimentos prévios trazidos por eles/as para discuti-los em sala de aula (FREIRE; 1996). Observa-se também o alinhamento na fala do grupo com a perspectiva humanista. É importante ressaltar que todos os temas discutidos em sala apresentam uma relação com a realidade existencial dos alunos, permitindo o interesse pela aproximação e construção de conhecimentos sobre o assunto.

Barzano (2009) salienta que o tema saneamento básico geralmente não é trabalhado no ensino de Ciências. Segundo o autor, o tema é considerado assunto “menor”, sem importância, em relação a outros temas de cunho “mais biológico” (BARZANO, 2009, p. 252). A ausência de discussão desse tema na educação básica se deve, em grande parte, às lacunas existentes na formação inicial de professores/as de Ciências. No caso discutido acima, a incidência e o aumento de infecção por dengue, assim como outras arboviroses, são resultados do modo como o ser humano se relaciona com a natureza e com o próprio ser humano. Por isso, a falta de saneamento básico (sobretudo em periferias), juntamente com as condições precárias de moradia em grandes centros urbanos, e o aumento do desmatamento (que beneficia apenas parte da população), geram muitos prejuízos para a população mais pobre, como o aumento de casos de dengue (NUNES *et al.*, 2009; SOARES, 2015; MOURA *et al.*, 2014). Segundo Nunes *et al.*, (2009) e Marques (2020) o desflorestamento tem provocado o surgimento de várias espécies diferentes de arboviroses, proporcionando o contato com os seres humanos, a urbanização e o crescimento populacional também contribuem com este processo. Moura *et al.*, (2014, p. 81) destaca a “relação significativa entre o aumento da ausência de saneamento básico e o aumento

do desmatamento, corroborando que fatores sociais e ambientais influenciam na dinâmica da dengue.

O exercício da pergunta, do questionamento, o duvidar, para nós foi elemento fundante para a confecção das QSCs como proposta de ensino. Segundo Conrado (2017), com o uso de questões norteadoras (podem ser denominadas também de questões mobilizadoras ou orientadoras) evitamos a subutilização do caso e incentivamos a curiosidade dos/as alunos/as. Essas questões expressam questionamentos sobre o caso e/ou sobre aspectos globais que devem ser abordados na QSC, demandando dos estudantes ações condizentes com os objetivos de aprendizagem previamente definidos. Segundo Freire (1996), o exercício da pergunta é crucial para o exercício da curiosidade crítica. Para o autor,

Estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor, espécies de *respostas* a perguntas que não foram feitas. Isso não significa realmente que devemos reduzir a atividade docente em nome da defesa da curiosidade necessária, a puro vai-e-vem de perguntas e respostas, que burocraticamente se esterilizam. A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que o professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é *dialógica*, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam *epistemologicamente curiosos* (FREIRE, 1996, p. 86)

Consideramos, na elaboração do plano em uma perspectiva freireana, o exercício da contextualização. Um dos pressupostos básicos da pedagogia freireana é partir da realidade existencial dos/as educandos/as para construir conhecimentos significativos e intervir nessa mesma realidade. Dessa forma, ensinar exige respeito aos saberes dos educandos, o exercício da contextualização, que perpassa o reconhecimento de sujeitos cognoscentes que se percebem como responsáveis pelas modificações do seu contexto. Freire (1996) questiona o motivo pelo qual muitas vezes os aspectos problemáticos da vida cotidiana não são atrelados aos currículos escolares.

Contextualizar, nesse panorama, significa se contrapor à concepção bancária de educação, a qual é instrumento de opressão, de negação da realidade, experiência de vida e saberes dos educandos (FREIRE, 1996). Muitas práticas de ensino são pautadas na transmissão de conteúdos sem sentido para a vida dos/as educandos/as, algo muitas vezes alheio à experiência existencial dos/as mesmos/as. Segundo Freire (1970), a prática educativa, quando se apoia numa relação dissertativa com o/a educando/a, ou seja, apenas centrada em descrever fenômenos, em depositar no/a aluno/a seus conhecimentos, deixa de lado os saberes e significados que o/a mesmo/a traz em seu discurso, é como se este não fizesse sentido, não

fosse válido e legitimado, tornando o processo de ensino e aprendizagem restrito à transmissão de conhecimentos. A aprendizagem, portanto, torna-se mecânica e perde a sua força transformadora, ao reduzir-se em som, sem prática e compromisso com a vocação ontológica do sujeito em ser livre de fatalismos (FREIRE, 1970).

É nesse sentido que Freire (1996) argumentava que devemos aproveitar as experiências dos/as alunos/as em viverem em áreas descuidadas pelo governo, sem saneamento, sem água tratada, para discutir a poluição dos rios, os diferentes níveis de bem-estar das diferentes classes frente a esses problemas socioambientais, e os riscos que a ausência de um ambiente equilibrado e limpo pode trazer para a sua saúde. É por isto que Freire (1970) defende que nos educamos mediatizados pelo mundo. Nesse processo, educador (a) e educando (a) analisam juntos um objeto cognoscível, sobre o qual incide a reflexão crítica. Com isso o/a educando (a) torna-se investigador (a) crítico/a, implicando em um ato de desvelamento da realidade. Assim, o exercício de trabalhar a partir do contexto é parte de um projeto de educação para a libertação.

Assim, consideramos que, na versão final do script descritivo, o grupo conseguiu contextualizar o tema, trazendo para as discussões as relações de poder que envolvem a atividade científica, as relações de opressão e injustiça que acometem de forma desigual as diferentes classes sociais, acarretando em maior ou menor exposição a doenças, discutindo sobre conceitos científicos que caracterizam a doença e o processo de desenvolvimento e refletindo sobre as condições sociais que determinam a existência de muitos desses agentes em determinadas comunidades, como poderemos observar no fragmento abaixo:

Acreditamos sempre que a ciência e a tecnologia irão resolver o problema, entretanto esse problema tem raízes mais profundas que precisam ser discutidas, assim, será que a criação desse mosquito realmente é o essencial para combater ou é algo que pode combater no momento, mas não soluciona o problema? Será que ele não pode originar outras doenças? Será que vale a pena o investimento elevado nesta medida paliativa? E quem mais sofre com a proliferação destas doenças? Quem são os culpados por ele?
(GRUPO A)

É interessante observar no trecho acima o questionamento à visão salvacionista da ciência feita pelo grupo. Nesse sentido, ressaltamos que a ciência moderna sempre esteve associada à ideia de progresso da humanidade (ROSA; AULER, 2016). Desconstruir essa visão histórica no ensino de Ciências é, sem dúvida, uma necessidade quando tratamos de relações CTSA. Essa ideia incorpora as relações sociais em que Ciência-Tecnologia são concebidas e utilizadas, em um processo não neutro, no qual valores e interesses desempenham papéis significativos.

Outro ponto que consideramos importante para a construção dos planos foi o questionamento da superioridade da ciência com relação a outros saberes. No entanto, não

percebemos sinal de incorporação destes princípios pelo grupo nos materiais analisados. Acreditamos que, para que os alunos alcancem essa percepção crítica, seria necessária a discussão mais densa e aprofundada sobre os diferentes tipos de saberes e a importância de reconhecê-los em sala de aula. Freire (1996) é incisivo ao tratar da relação de superioridade que existe na ciência e da sua relação com outros saberes. Para o educador, é através da curiosidade crítica, reflexiva, que podemos enfrentar os excessos de racionalidade de um tempo tecnologizado. O mesmo autor argumenta ainda que não pretende negar a tecnologia e a ciência, mas que não as diviniza, nem as demoniza, olhando-as de forma criticamente curiosa. Pedretti (2014) argumenta que é preciso alinhar o trabalho com educação ambiental e o ensino de Ciências, reconhecendo o conhecimento tradicional, a fim de promover uma educação ambiental mais justa e orientada para a ação, desafiando tendências em que há o predomínio de visões acríticas, como a reprodução do conhecimento e de verdades não problemáticas. Acreditamos que seja necessário desconstruir mitos que possam validar e legitimar concepções científicas acríticas e fragmentadas sobre os problemas socioambientais e, ao mesmo tempo, construir pontes com outros tipos de conhecimentos, igualmente válidos e, portanto, capazes de auxiliar em tomadas de decisões frente a problemas que impactam na vida em sociedade. Para Freire (1995), divinizar ou diabolizar saberes é perigoso, pois é uma forma de pensar errado, e não é isto que uma educação formadora e transformadora deve se propor, sendo que pensar errado é uma expressão empregada pelo autor no sentido de ensinar aos alunos “com ares de quem possui a verdade, um rotundo desacerto” (p. 33).

O autor deixa claro não só a necessidade de reconhecimento dos saberes existenciais dos/as alunos/as, das gentes, mas também critica a dominação dos meios de produção e de acesso à ciência e tecnologia, permitindo aos grupos dominantes também o domínio científico e tecnológico e o controle da razão. Para Freire (1970), a formação humanista não é antagônica da formação técnico-científica, desde que a ciência e a tecnologia estejam a serviço da libertação dos homens e mulheres, de sua humanização.

Na versão final do script, foi possível observar uma tentativa em olhar com mais cuidado as soluções propostas pela ciência e tecnologia para combater a dengue, conforme podemos observar no excerto abaixo:

Alguém de vocês já ouviu falar sobre os mosquitos da dengue transgênicos, tecnologia para reduzir as populações do *Aedes aegypti*? E com certeza é muito eficaz temporariamente, mas será que é capaz de resolver o problema? E quais medidas podem ser adotadas tanto por parte dos órgãos competentes quanto pela sociedade para a real erradicação desse mosquito? Será que não existem relações de interesse envolvendo a ciência, tecnologia e a indústria? (GRUPO A)

Ao considerar que o desenvolvimento e uso da ciência e tecnologia podem abarcar interesses mercadológicos nem sempre alinhados com o processo de humanização das pessoas, Freire (1970; 1995) reconhece os riscos de uma visão neutra sobre ciência e tecnologia que endossa uma visão salvacionista sobre ciência e tecnologia. Para o autor

O progresso científico e tecnológico que não responde fundamentalmente aos interesses humanos, às necessidades de nossa existência, perdem para mim, a sua significação. A todo avanço tecnológico haveria de corresponder o empenho real de resposta imediata a qualquer desafio que pusesse em risco a alegria de viver dos homens e mulheres. A um avanço tecnológico que ameaça a milhares de mulheres e de homens, deveria corresponder outro avanço tecnológico que estivesse a serviço do atendimento das vítimas do progresso anterior (FREIRE, 1996, p. 130).

Encorajar a intervenção na prática é um pressuposto freireano essencial no ensino de Ciências Naturais a partir de QSC. Para Freire (1995), de nada valem palavras vazias, logo o/a professor (a) deve educar pela corporeificação da palavra, tornando-a gestos (ou ações sociopolíticas, *sensu* Hodson, 2011), os quais podem construir uma sociedade mais justa, igualitária e equilibrada social e ecologicamente. Portanto, Freire era comprometido com a vida, com a existência, não só com palavras. Para Freire (1995, p. 103), “tão importante quanto o ensino dos conteúdos é a minha coerência na classe. A coerência entre o que digo, o que escrevo e o que faço”. O conceito de práxis é fundante quando discutimos a necessidade de intervenção na prática, segundo Freire, uma vez que, para o autor, é preciso reflexão sobre os problemas da realidade, o entendimento deles e sobre eles, para depois intervir, de maneira crítica e consciente. Se esta práxis é humana e humanizadora, é a práxis da liberdade (FREIRE, 1970). A palavra quando não é vazia, mas sim anunciante de uma realidade concreta e existencial, conduz a uma práxis libertadora, transforma a realidade e não se cala, é crítica. É através da práxis libertadora, da corporeificação da palavra pelo exemplo, que o processo de ensino pode gerar tomadas de decisões conscientes. Para Freire (1970), a prática docente crítica envolve o movimento intenso, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer. Segundo Moura e Cunha (2018), o ensino de Ciências por investigação pode ser uma alternativa importante para diminuir imagens deformadas dos/as cientistas e do trabalho científico. Para Azevedo (2006, p. 105), “ao realizarem aulas investigativas, os estudantes irão entender que o conhecimento é construído, não é linear, não é formado por etapas rígidas e inflexíveis”. Numa perspectiva freireana de ensino, espera-se que o/a professor (a) incentive a busca de informações sobre os temas que estão sendo trabalhados em sala de aula, já que ensinar exige pesquisa (FREIRE, 1996).

A partir do contato com a realidade, os/as educandos/as puderam eleger conteúdos programáticos que fossem necessários a uma compreensão crítica e integral da problemática.

Podemos dizer que os/as estudantes agiram como agentes decodificadores das realidades existenciais pesquisadas, assim, à medida que foram aprofundando suas reflexões sobre os objetos de estudo, foram se abrindo na direção de outros temas, o que foi essencial para que conseguissem sair da consciência real para uma consciência máxima possível. Observamos que, na versão final do script, houve uma disposição do grupo para o desenvolvimento de intervenções na prática, com o intuito de aproximar os/as alunos/as do problema encontrado, caracterizando-o em seus desdobramentos na sociedade.

Considerando a perspectiva freireana, a abordagem crítica dos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente é essencial, considerando o contexto sociocultural, político, ambiental e ético atual. Freire (1996) deixa clara a sua preocupação com a necessidade de responsabilidade que o/a cientista deve ter com os aparatos produzidos por ele/a perante a sociedade. Freire (1996, p. 88) afirma que

Nunca fui ingênuo apreciador da tecnologia: não a divinizo, de um lado, nem a diabolizo, de outro. Por isso mesmo sem estive em paz para lidar com ela. Não tenho dúvida nenhuma do enorme potencial de estímulos e desafios à curiosidade que a tecnologia põe a serviço das crianças e dos adolescentes das classes sociais chamadas favorecidas. Não foi por outra razão que, enquanto secretário de Educação da cidade de São Paulo, fiz chegar à rede das escolas municipais o computador. Ninguém melhor do que meus netos e minhas netas para me falar de sua curiosidade instigada pelos computadores com os quais convivem.

A abordagem de valores e atitudes é imprescindível em uma abordagem de ensino que se pretenda crítica e dialógica. Freire (1997; 1996) é enfático ao defender o uso da ciência e da tecnologia para o bem comum, quando contribui para a humanização do homem. Além disso, a todo tempo, o autor traz em suas obras a necessidade da formação humanística tão necessária a uma educação para a liberdade, ao endosso da vocação ontológica do homem em ser livre, em ser gente, em sentir-se parte de uma sociedade. Freire tem como característica fundante das suas obras a formação política e crítica do homem para agir e intervir frente a questões do seu tempo.

Adotar postura de empatia e se interessar pelos problemas dos educandos/as foi outro critério analisado nos planos e materiais produzidos pelos/as licenciandos/as. Freire (1996) defende, de maneira enfática, que o professor deve olhar o meio, em determinados momentos, com os olhos dos/as educandos/as, para saber o que para eles/as faz sentido, e como pensam a realidade, por meio do diálogo. A pedagogia freireana é o tempo inteiro empática, na medida em que se interessa e toma como ponto de partida o problema social local nos processos de ensino e aprendizagem, se preocupando também com a condição existencial de cada indivíduo, tendo em vista a sua libertação. Freire (1996) afirma que não há necessidade do/a professor (a) se mostrar frio, com medo de expressar a sua afetividade, pois não precisa existir a separação entre ser

docente e seriedade, já que os dois se alimentam e são necessários à prática educativa. Como tópicos para discussão a partir da palavra geradora “comida” Freire elenca como aspectos para discussão a subnutrição, a fome no plano local e nacional, a mortalidade infantil e doenças derivadas. É assim que Freire (1997) expressa a sua empatia com o próximo, trazendo os aspectos que atingem o homem em sua dignidade para serem discutidos ao fazer educação, tomando a história como possibilidade e não como determinismo, mostrando a estes homens e mulheres que podem humanizar-se, a partir da compreensão das contradições e descaminhos que os obstaculizam na sua humanização.

Ao ser empático, dialogar, mostrar aos homens e mulheres que podem ser livres porque são tão fazedores de cultura e modificadores do ambiente quanto qualquer homem/mulher da face da Terra, Freire se esforça o tempo inteiro para incentivar os/as educandos/as. Freire (1995) incentiva os educandos à tomada de consciência da necessidade de luta política pelos seus direitos; à luta pelo acesso a um ensino de qualidade; à intervenção em problemas que acometem a sua comunidade; ao entendimento destes problemas, para que essa intervenção seja engajada; à construção da empatia com situações que acometem e comprometem o bem-estar de um grupo social, entendendo que é preciso construir uma sociedade democrática, de todos/as, para todos/as.

Em suma, observamos que o grupo não alcançou o seguinte critério freireano pré-estabelecido em sala de aula, a saber: promoção de diálogo entre diferentes saberes. Para Paulo Freire (1967), o processo educativo deveria valorizar os saberes vivenciados na prática social, os saberes da cultura popular, trazendo para o debate a questão epistemológica da legitimação social do saber popular, que tem sido historicamente desvalorizado em detrimento do saber científico. Percebemos que podemos recorrer a uma série de tecnologias para controlar o superaquecimento do planeta, mas pouco discutimos como as comunidades tradicionais estão enfrentando este problema, como elas têm contribuído ao longo do tempo para a conservação ambiental, bem como uma possível implementação de tecnologias sociais potenciais no enfrentamento dos problemas socioambientais. O grupo utilizou uma linguagem acessível, no entanto o conceito de saneamento básico, por exemplo, precisaria ser apresentado de maneira mais apropriada para o contexto dos anos iniciais, necessitando ser melhor contextualizado.

3.3.3 ALCANCE DE PENSAMENTO CRÍTICO A PARTIR DA ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA PERSPECTIVA FREIREANA

O pensamento crítico do grupo, inicialmente, ficou restrito à sugestão de que os moradores locais fossem procurar meios, através do contato com governantes, para que providenciassem melhorias. O grupo também citou o papel individual dos/as moradores/as para combater o mosquito da dengue, reconhecendo também que é necessária uma ação, tanto do cidadão quanto em conjunto com os governantes, para que seja possível resolver o problema, superando uma visão ingênua que muitas vezes culpa apenas o poder público ou as ações individuais. Contudo, não ressaltaram as principais causas das arboviroses, que estão ligadas ao desmatamento e à falta de saneamento básico. Assim, as constatações sobre o alcance de pensamento crítico, na versão inicial do script descritivo, se resumem a esses aspectos. Para Freire (1997), um dos pressupostos necessários para a construção de uma sociedade justa é a superação da verbosidade vazia, reveladora de uma atitude mental ingênua.

Na última versão do script descritivo analisado, o título do caso, que trata sobre a temática elaborada pelo grupo, refletiu uma ampliação no nível de alcance de pensamento crítico, como podemos observar: “Saneamento básico: um problema individual, coletivo ou político?”. Ao discutir os culpados pela falta de saneamento básico, o grupo estende a culpa também aos governantes, identificando possíveis consequências socioambientais que este problema pode causar na sociedade e no ambiente.

Na verdade, todos nós somos culpados, entretanto os governantes são os principais responsáveis, escolhidos pela sociedade para cuidar do bem comum de todos nós, como por exemplo cuidar da pavimentação e do saneamento básico das ruas, pois sabemos que se não houver um saneamento básico apropriado as águas dos esgotos pode ocasionar a contaminação dos rios, lagos e de seus afluentes, por isso crianças que não adianta colocarmos a culpa apenas nos moradores, entretanto, tendo em vista que eles tem a responsabilidade de cuidar dos seus quintais, de saber descartar corretamente o lixo como ação individual, de deixar as caixas d'água tampadas, de não deixar pneus acumulando água, dentre outras coisas que sabemos que podemos fazer para ajudar a minimizar a proliferação do mosquito (Grupo A).

Para nós, o compartilhamento da culpa significa olhar além do que é veiculado pela mídia e pelos livros didáticos, os quais concebem como principal forma de controle dos vetores das arboviroses as atividades preventivas individuais das pessoas em suas casas. Ressaltamos que essas ações devem ser incentivadas e são importantes, mas não devem ser o foco exclusivo das propagandas que visam o controle da proliferação dos mosquitos. Nessa perspectiva, à medida que o grupo passa a observar que existem outros culpados pela proliferação do mosquito e a considerar possíveis consequências sociais e ambientais decorrentes do problema, amplia-se a visão de mundo dos indivíduos sobre o problema e os diversos modos de resolução.

Segundo Freire (1997, p. 103), “quanto menos criticidade em nós, tanto mais ingenuamente tratamos os problemas e discutimos superficialmente os assuntos”. Segundo Solbes e Torres (2018), uma pessoa que desenvolve pensamento crítico é capaz de compreender as relações particulares e de poder existentes em uma QSC, em sua integralidade, abarcando aspectos sociais, ambientais éticos etc. No caso das arboviroses, o desmatamento, que gera lucro a grandes empresários do agronegócio, é pouco ressaltado na mídia, favorecendo um pensamento hegemônico que desconsidera esse raciocínio mais crítico sobre causas de problemas socioambientais.

O grupo aborda outros fatores responsáveis pela proliferação do mosquito da dengue, o que é interessante pois mostra como o grupo aprofundou a compreensão do assunto, ampliando a sua visão sobre os fatores que contribuem para o avanço da doença, como podemos observar a seguir:

Bem crianças, para darmos continuidade à aula, iremos nesse momento falar sobre o desmatamento. Sim, desmatamento! Vocês acham que tem alguma relação entre a proliferação do mosquito da dengue e o desmatamento?. (Após escutarmos as opiniões dos alunos, iremos ler em forma de slides a seguinte reportagem) – Mas na realidade tem sim crianças em uma reportagem que lemos recentemente vem dizendo que: É reconhecido que as doenças tropicais, como malária, dengue e febre amarela terão maior facilidade de penetrar além dos trópicos se a mudança climática aumentar a temperatura das latitudes temperadas. Globalmente, aumentos de 2-3°C de temperatura aumentariam em torno de 3-5%, em termos climáticos, o número de pessoas sob risco de malária, e várias centenas de milhares, conclui a OMS. Além disso, a duração sazonal da malária iria aumentar em diversas áreas atualmente endêmicas. Estima-se ainda que o *Aedes aegypti* e todas as doenças que ele carrega se proliferem mais com o clima mais quente. (Grupo A).

Os mosquitos da dengue se reproduzem mais rapidamente e picam com maior frequência sob temperaturas mais altas, diz a OMS (Organização Mundial de Saúde). (Grupo A).

É interessante notar que o grupo faz então uma análise que é essencial dentro de uma perspectiva crítica de ensino. Assim, estendem a culpa pela proliferação da doença não só para os indivíduos que podem não contribuir com as medidas individuais preventivas, mas também aos fatores socioambientais, econômicos e políticos que subjazem à proliferação da doença, como podemos observar no fragmento abaixo:

Isso acontece pelo simples fato do desmatamento, que vem influenciando na proliferação do mosquito, mas muitas pessoas não estão cientes desses problemas, pois a TV não passa, porque o desmatamento das florestas não significa tanto quanto a criação do gado de corte, que é significativamente bem mais lucrativo para eles, entretanto, acaba alterando a temperatura do nosso planeta, e isso ocasiona a proliferação e a disseminação do mosquito da dengue. (Mostraremos imagens de matas que estão sendo destruídas para a criação do gado de corte) (Grupo A).

Percebe-se, então, a formação do olhar crítico e reflexivo do sujeito sobre a sua prática, pois vivencia e observa. Através da procura da questão sociocientífica no meio em que vive,

compreende e problematiza a sua realidade, através do estudo e da pesquisa sobre esse assunto e, com isso, consegue perceber as relações de poder e interesses particulares que interferem na sua vida (SOLBES; TORRES, 2018; TORRES; MERCHAN, 2013; FREIRE, 1996). Assim, os fragmentos acima expressam a mobilização de pensamento crítico, uma vez que, ao invés de assumir a importância dos fatores que pretendem amenizar os focos da dengue, o grupo teceu uma crítica aos fatores responsáveis, em grande parte, pelo surgimento da doença, estendendo sua compreensão sobre o assunto, analisando outros fatores que são intencionalmente invisibilizados pelo discurso hegemônico da mídia e dos livros didáticos. Conhecer a fundo uma temática é um passo fundamental para a saída de uma transitividade ingênua para uma transitividade crítica. Freire (1997), ao tratar do posicionamento ingênuo com o qual a educação vem adotando formas superficiais de discutir os assuntos, argumenta que

Esta nos parecia uma das grandes características da nossa educação. A de vir enfatizando cada vez mais em nós posições ingênuas, que nos deixam sempre na periferia de tudo o que tratamos. Pouco ou quase nada que nos leve a posições mais indagadoras, mais inquietas, mais criadoras. Tudo ou quase tudo nos levando, desgraçadamente, pelo contrário, à passividade, ao “conhecimento” memorizado apenas, que, não exigindo de nós elaboração ou reelaboração, nos deixa em posição de inautêntica sabedoria. (FREIRE, 1997, p. 104)

Segundo Solbes e Torres (2018), uma das dificuldades que impedem a construção de pensamento crítico é não buscar informações sobre o assunto, limitando-se a discursos midiáticos pretensivos, sem detectar a veracidade das fontes e os interesses que subjazem à divulgação de tais informações.

Segundo Gomes (2017), ao tratar sobre as controvérsias existentes acerca do vírus da Zika e seu principal transmissor *Aedes aegypti*, existem interesses particulares liderados pela indústria farmacêutica, aliada a ideologias voltadas à ciência e tecnologia, apresentando soluções milagrosas para a epidemia, enquanto pouco se discute sobre a proliferação do mosquito ser tão intensa em regiões periféricas do país. Assim, muitos discursos apresentam saídas milagrosas frente aos surtos da doença, pautadas no salvacionismo científico e tecnológico, em detrimento da problematização dos gargalos sociais que impulsionam a “produção” dos surtos da doença. Para Freire (1996), se faz necessária a compreensão correta da tecnologia, pois devemos nos recusar a entendê-la como algo diabólico, que ameaça a vida humana, ou como algo que traz somente bem-estar social. O autor salienta, ainda, a necessidade de vigília ética em torno das produções tecnológicas, visando que sua produção seja a favor das gentes, da dignidade humana. Segundo Santos (2008), para Freire, não basta mostrar aos/as alunos/as como a ciência está presente na vida cotidiana. É necessário mostrar a contradição dessa presença na sociedade. Percebe-se, portanto, que o grupo de alguma maneira

problematiza a não neutralidade da ciência e discute o salvacionismo científico e tecnológico, uma vez que considera fatores socioambientais e econômicos como propulsores do aumento de casos de dengue e põe em dúvida a utilização de medidas pautadas na ciência e tecnologia para solucionar, por meio de paliativos, problemas com raízes muito mais profundas. Nos fragmentos a seguir, podemos observar uma crítica do grupo aos mosquitos transgênicos.

Bem! Para isso iremos agora assistir um vídeo do Professor Jubilut no qual visitou a fábrica onde os mosquitos da dengue transgênicos são produzidos, acompanhou a soltura destes animais na natureza. O vídeo também vem trazendo como esses mosquitos transgênicos agem para minimizar na proliferação de mosquitos contaminados com o vírus da dengue. E com certeza é muito eficaz temporariamente, já que esses mosquitos machos que são soltos na natureza como também a fêmea tem muito pouco tempo de vida. Na verdade, crianças colocamos muita fé na ciência e tecnologia para resolver esse problema, entretanto esse problema tem raízes mais profundas que precisam ser discutidas. (Grupo A)

Precisamos entender que, o mosquito transgênico é geneticamente modificado em laboratório. O material para a produção vem de fora e custa muito caro, e a gente sabe que o mosquito da dengue dura até trinta dias. O mosquito transgênico vive mais ou menos sete dias. O que acontece com essa modificação? Modifica o gene do mosquito macho e a gente sabe que só a fêmea transmite a doença, o mosquito macho não pica as pessoas. E o que acontece? Vai em um bairro onde tem epidemias, solta esses mosquitos, que cruzam com as fêmeas, causando modificação genética e esse mosquito não vai transmitir doença para as pessoas. No processo de fabricação, para identificar as fêmeas, eles utilizam uma luz que ela apresenta, e se este método falhar? Existem dois por cento de chance de, nesse processo, ao invés de prevenir, causar ainda mais a proliferação da doença? Será que esses mosquitos modificados podem desenvolver outras doenças a longo prazo? (Grupo A).

É pertinente lembrar que a Pedagogia do Oprimido se traduz como uma prática de ensino humanista e libertadora em que os oprimidos vão desvelando o mundo da opressão, sendo que se espera que eles se comprometam, na práxis, com a transformação da realidade opressora. A partir desse momento, Paulo Freire entende que essa pedagogia deixa de ser “do oprimido” e passa a ser “a pedagogia dos homens no processo de permanente libertação” (1970, p. 23). Essa libertação acontece mediatizada pelo mundo, dependendo da construção de olhares para outros espaços da sociedade, ampliando a compreensão sobre os problemas da sua realidade. É interessante o olhar duvidoso do grupo acerca do salvacionismo existente no uso da ciência e da tecnologia para solucionar esse problema, sem a devida reflexão sobre os fatores socioambientais, políticos e econômicos que agravam o problema (por exemplo, a manutenção do agronegócio voltado para a pecuária). Este olhar “duvidoso” para impactos da ciência e da tecnologia na sociedade é um sinal de alcance de PC, uma vez que, para Solbes e Torres (2018), pensar criticamente exige reconhecer os interesses que envolvem a ciência e a tecnologia, bem como seus impactos na sociedade. Freire (1996, p. 122) argumenta que, para que seja possível

a transição da consciência real efetiva para a consciência máxima possível, é preciso se aproximar do objeto cognoscível, é preciso ser curioso.

Curiosidade com que podemos nos defender de “irracionalismos” decorrentes do ou produzidos por certo excesso de “racionalidade” de nosso tempo altamente tecnologizado. E não vai nesta consideração nenhuma arrancada falsamente humanista de negação da tecnologia e da ciência. Pelo contrário é consideração de quem, de um lado, não diviniza a tecnologia, mas, do outro, não a diaboliza. De quem a olha ou mesmo a espreita de forma criticamente curiosa.

As falas analisadas, observa-se a menção a “este novo olhar”, ao “inicialmente não sabia sobre”, ao saber agora como estes processos ocorrem, superando visões ingênuas, o que, para Freire (1976; 1996), é um sinal de construção de uma consciência máxima possível, de superação de possíveis situações-limite relacionadas a concepções precipitadas sobre a ciência e tecnologia.

Podemos observar esses sinais, inclusive, analisando as transformações apresentadas entre as versões iniciais e finais do script descritivo e de outros materiais produzidos pelos/as alunos/as, na fase final da disciplina. Assim, acreditamos que, a partir dessa intervenção, os/as estudantes puderam ampliar seus olhares sobre o mundo que os cerca, compreendendo os efeitos das relações de poder envolvendo C-T-S-A sobre a sua vida, podendo, então, promover uma leitura de mundo reflexiva, crítica e emancipatória, a partir da realidade existencial. Apesar do grupo não ter apresentado a intenção de desenvolver ações sociopolíticas na prática, observamos a mudança de pensamentos, a explicitação de valores, o desenvolvimento de uma conscientização e uma reflexão sobre as ações individuais e coletivas no combate ao mosquito; construindo, portanto, um pensamento amplo, complexo acerca da problemática abordada. Percebemos, também, através dos documentos analisados, a emissão de juízos próprios, ao confrontar os pontos de vista da mídia, da ciência e da tecnologia e da própria sociedade sobre possíveis soluções para controlar a proliferação do mosquito. Constatamos, ainda, indagação sobre o problema enfrentado, bem como sobre juízos éticos e morais que envolvem soluções pautadas na tecnologia, com intuito apenas mercadológico e financeiro, com questionamento de ideologias dominantes e reflexão sobre os impactos de determinadas ações na sociedade e no ambiente. Conforme nos alerta Torres-Merchan (2014, p. 241), construir pensamento crítico “envolve preparar-se para emitir juízos próprios, confrontar pontos de vista, indagar-se frente a problemas e ideologias, posicionamento que permitirá ocupar espaços dialógicos e intervir de maneira socialmente responsável”.

É importante destacar que os mosquitos transgênicos não atuaram da forma esperada no ambiente, apesar do uso desta tecnologia pelo poder público e pelos/as cientistas envolvidos/as.

Assim, pesquisas indicam que a promessa de diminuição da população de mosquitos *Aedes aegypti* não tem acontecido; pelo contrário, há indícios de aumento da população selvagem do mosquito, surgimento de espécies mais resistentes, desconhecidas à biodiversidade, e transferência de alterações genéticas para populações de mosquitos locais (Rede Brasil Atual, 2019). A Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) (2016, p. 01) aponta que, 3% das larvas da prole transgênica chegam à vida adulta “Essa margem de erro prevista de 3% não é pequena considerando a quantidade de insetos que são liberados. Se soltarmos um milhão de mosquitos, serão 3 mil chegando à capacidade reprodutiva, ampliando o número de insetos que temos atualmente”. Um outro problema relatado pelos pesquisadores é que “o mecanismo fisiológico que termina por ocasionar a morte dos descendentes do animal transgênico pode ser desativado, desde que o inseto entre em contato, de alguma forma, com o antibiótico tetraciclina” (ABRASCO, 2016, p. 02).

Assim, observamos, na prática, as falhas da ciência e da tecnologia, bem como orientações de interesse particulares engajadas com princípios capitalistas e reducionistas, na medida em que parece ser viável a compra de mosquitos transgênicos para o controle de arboviroses, mas não há o mesmo interesse em identificar e combater problemas socioambientais que são causadores e potencializadores da proliferação de várias doenças e inclusive de arboviroses.

A favor da construção desse pensamento crítico, os/as licenciandos/as induziriam ainda os/as seus/suas alunos/as a pensarem nas condições de desigualdade existentes na sociedade para os diferentes grupos sociais, conforme podemos observar a seguir:

A partir destas fotos podemos ver que não são em todos os bairros e nem em todas as ruas da cidade de Amargosa que estão assim com esses problemas são apenas os bairros periféricos, como por exemplo no centro da cidade não estão dessa maneira, as ruas são todas limpas e organizadas, com o saneamento básico todo adequado. (Grupo A).

Crianças o que vocês puderam compreender com a leitura desse caso?; [...] Onde vocês moram tem esgoto a céu aberto também como no caso que contamos? (Grupo A).

Consideramos que alcançar um pensamento crítico na perspectiva freireana envolve pensar na situação do outro, nas contradições e injustiças vivenciadas na realidade existencial, exercitando a empatia, a esperança e a utopia. Problematizar o tema, na perspectiva freireana, envolve o desvelamento das contradições vivenciadas na realidade, bem como das injustiças oriundas deste processo. Nesse panorama, vale destacar a valorização dada pelo grupo ao papel do catador, como agente socioambiental, que contribui para o controle da doença, ao recolher o lixo. Assim, acreditamos que o grupo alcançou determinado nível de PC, ao considerar o

papel dos/as catadores/as para a sociedade, sua influência e importância ambiental, bem como sua situação de vulnerabilidade socioambiental, levando para a discussão conhecimentos de outra ordem, construídos na prática cotidiana, no desenvolvimento do bem-estar social local; uma vez que reconhecer outras formas de conhecer, de cuidar e de explicar a natureza, abrindo espaços para diferentes tipos de diálogos epistemológicos, é considerado um sinal de construção de uma postura crítica com relação a ciência e a tecnologia (FREIRE, 1996).

Identificar ações que devemos fazer para acabar ou minimizar com mosquito da dengue [...] Utilizar imagens e vídeos dos locais onde se encontra esgoto exposto como forma de impactar e alertar os alunos como também a comunidade sobre os riscos que eles correm por estarem em contato com esse esgoto. (Grupo A).

A ciência tem que ser tratada no cotidiano escolar, mas não de uma forma “dada”, ah é isso e acabou. Ninguém questiona nada, a verdade é aquela. Estabelecer a essa relação em sala de aula, trazer a ciência para a sala de aula, mas permitir a criança refletir, questionar, criticar, os impactos positivos que são muitos, mas também os impactos negativos. (Grupo A)

A partir das falas acima, podemos observar a mudança de visão do grupo com relação ao trabalho com o tema estudado, revendo sua forma de abordagem e reconhecendo a necessidade de discutir a ciência a partir do contexto existencial. É interessante salientar que a proposta de práticas educativas que problematizam a existência de verdades únicas, dadas pelos/as cientistas, sendo discutida a compreensão da necessidade de outros campos de conhecimentos, trazendo horizontes promissores para a Educação CTSA.

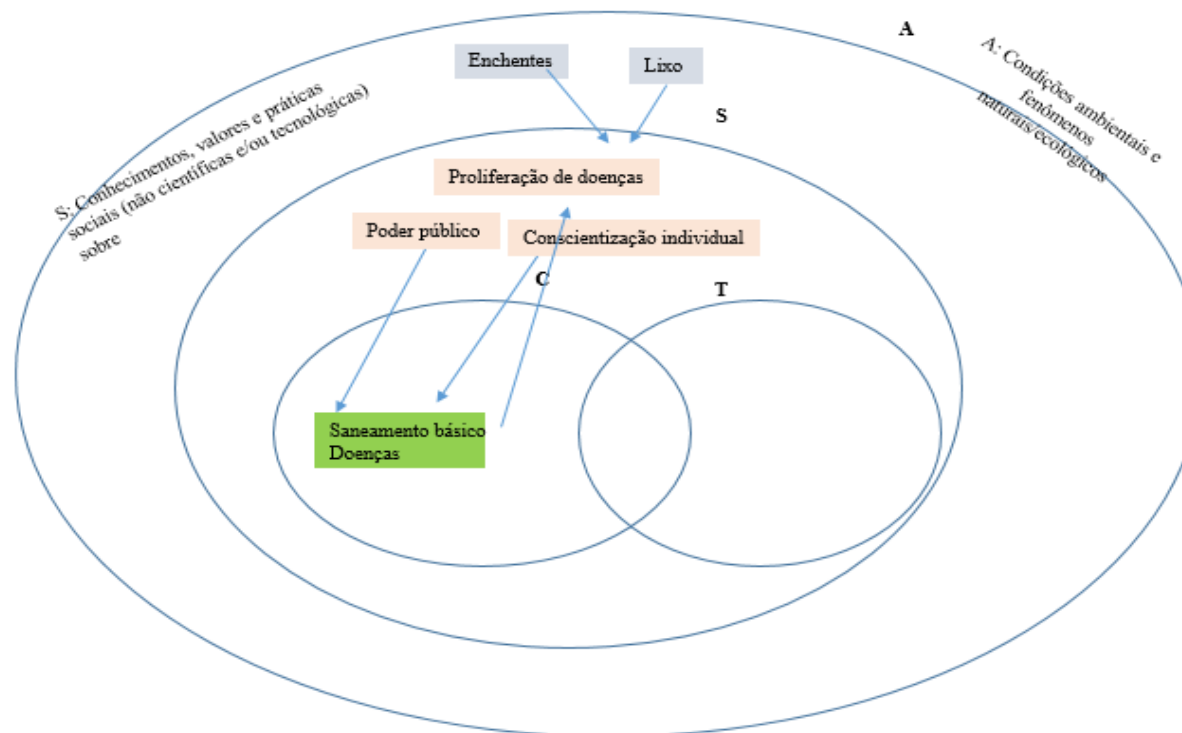
Ainda nesse panorama, o grupo elabora uma crítica com relação à ciência como algo estanque, pronta, defendendo a necessidade de questioná-la, criticá-la, tendo em vista seus impactos benéficos e maléficos na sociedade. Acreditamos que as falas acima indicam uma postura crítica, na medida em que, para Freire (1996), é preciso que a educação desperte a vocação ontológica dos homens e mulheres em ser livre, neste caso, de um raciocínio único sobre as relações C-T-S-A. Questionar a atividade científica se revela como um ato de libertação com relação à ciência velada, somente realizada por homens brancos e para benefício de poucos, em detrimento a malefício para muitos. Aproximar os indivíduos dessa ciência significa, em parte, torná-los capazes de ser um (a) cientista ou minimamente questionar a benevolência total de tudo que é produzido por ela, e isto é libertação, é poder *ser mais*. Tais posicionamentos influenciarão em práticas pedagógicas mais questionadoras em sala de aula, conforme indica o fragmento a seguir:

Ver a ciência de uma forma diferente, faz com que a gente faça diferente com eles. (Grupo A)

3.3.4 ELEMENTOS DAS RELAÇÕES ENTRE CTSA MOBILIZADOS PELOS/AS ESTUDANTES

A figura abaixo, buscamos mapear as relações entre C-T-S-A construídas pelo grupo na versão inicial do script descritivo. A configuração espacial abaixo foi elaborada a partir de Bencze (2008) e inspirada nas relações CTSA propostas por Conrado (2017, p. 81), que defende que a através da explicitação destas relações, podem ser percebidas “influências mútuas entre conhecimentos científicos e tecnologias e condicionantes socioambientais”. A partir da organização deste mapa, pode-se perceber as variadas relações entre diferentes setores, atores sociais envolvidos, bem como as relações entre diferentes áreas de conhecimento. Para Latour (2000) devemos deixar de lado a crença de que Natureza ou Sociedade dão conta de explicar as controvérsias que as envolvem. Dessa forma, a Teoria Ator- Rede (TAR) supera a tendência em dicotomizar as relações entre sujeito-objeto, problematizando as imbricações de redes, a partir das conexões entre, interesses comunitários e particulares, direitos e deveres entre pessoas, leis e maneiras de viver.

Figura 4. Mapeamento inicial dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema Lixo e Proliferação da Dengue. Esquema das inter-relações dos domínios CTSA articulados à QSC na fase inicial do script descritivo. Figura elaborada com base nas configurações apresentadas por Bencze (2008), encontradas no *site*: <https://webpace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html> e por Conrado (2017) com base nas ideias de ator-rede, e nos conteúdos do currículo associados às QSCs e nos domínios C-T- S- A.



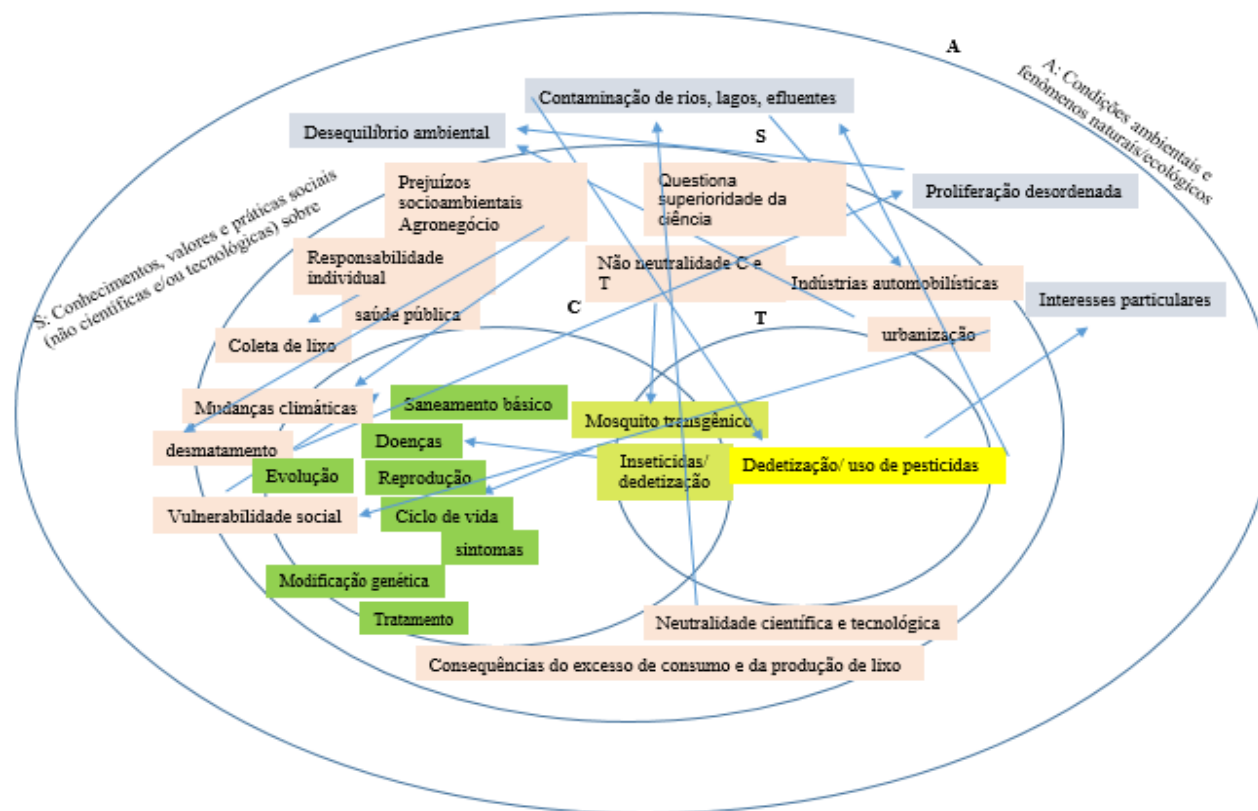
Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme observa-se na figura acima, as relações estabelecidas com a ciência mobilizadas inicialmente correspondem ao conceito de saneamento básico e às doenças que podem proliferar e comprometer a saúde humana. Evidencia-se, observando a imagem acima, uma preocupação em conscientizar a comunidade sobre o seu papel quanto ao cuidado em não jogar lixo na rua, acrescentando a dimensão governamental, com a ideia de cobrança de melhorias na qualidade de vida da população ao poder público.

A percepção crítica do tema ciência e tecnologia não ocorreu inicialmente, apesar de termos discutido aspectos voltados para a natureza da ciência na aula. Fato é que a fé na ciência e nos aparatos tecnológicos produzidos por ela é tão arraigada que, quando o grupo inicia seus estudos sobre o tema, ele ainda não percebe as relações de poder e interesses particulares por trás da ciência e tecnologia. Delizoicov e Auler (2006) alertam para a desconstrução de mitos relacionados à imagem da ciência e tecnologia como elementos inquestionáveis e irreversíveis, pois tais posicionamentos abortam qualquer possibilidade de participação das pessoas comuns em decisões que envolvam ciência e tecnologia. O papel do/a professor (a) é essencial na construção dessa visão crítica, indicando materiais de leitura que permitam a construção de concepções mais críticas sobre os processos de produção do conhecimento científico e seus desdobramentos na sociedade, contribuindo para a conquista de uma sociedade democrática (SANTOS, 2009; MARTÍNEZ-PÉREZ *et al.*, 2011). A dificuldade em desenvolver um ensino capaz de promover uma leitura crítica sobre ciência, na visão de Carvalho (2015) tem relação com a ausência de preparo dos/as professores/as para discutir assuntos relacionados à natureza da ciência, decorrente, entre outros fatores, da falta de discussões sobre o tema ainda no processo de formação de professores/as.

Observando as relações entre os domínios CTSA, estabelecidas pelo grupo ao final do trabalho (figura 5), constatamos a ampliação dessas relações.

Figura 5: Mapeamento final dos elementos e relações entre os domínios CTSA para o tema Lixo e Proliferação da Dengue. Esquema das inter-relações dos domínios CTSA articulados à QSC na fase inicial do script descritivo. Figura elaborada com base nas configurações apresentadas por Bencze (2008), encontradas no *site*: <https://webspace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html> e por Conrado (2017) com base nas ideias de ator-rede, e nos conteúdos do currículo associados às QSCs e nos domínios C-T- S- A.



Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando o alcance dos níveis de alfabetização científica crítica (ACC) proposta por Hodson (2004), a qual envolve 4 níveis. Neste grupo alcançamos os dois primeiros, os quais envolvem 1: Reconhecer as complexas interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, compreendendo que estas são construtos sociais passivos de interesses. Nível 2: Reconhecer os interesses que influenciam atividades científicas-tecnológicas. Queiroz, Conrado e Silva (2019), analisaram a frequência da mobilização de relações CTSA, classificando as mesmas de baixa complexidade, média e alta. Segundo estes autores as mobilizações de “baixa complexidade, quando o estudante mobiliza os domínios CTSA separadamente; (ii) média complexidade, quando o estudante mobiliza alguma combinação dos domínios CTSA; (iii) alta complexidade, quando o estudante mobiliza todos os domínios CTSA em conjunto” (QUEIROZ; CONRADO; SILVA, 2019). Neste grupo, constatamos (4) relações de baixa complexidade, (9) relações de média complexidade e (16) relações de alta complexidade. Consideramos que houveram uma alta frequência de relações de complexidade alta, indo de encontro aos trabalhos de Queiroz, Conrado e Silva (2019).

As dimensões C-T-S-A foram ampliadas consideravelmente ao final do curso; assim, observamos que o grupo avançou no sentido de observar relações de poder e interesses particulares envolvendo a ciência e a tecnologia, problematizando em certa medida a não neutralidade de C e T, bem como a superioridade de ambas. O grupo estabeleceu relações importantes, por exemplo, sobre desmatamento, mudanças climáticas e proliferação do mosquito, algo incomum nos materiais didáticos e que devem ser objeto de reflexão no ensino de Ciências. Observou-se, também, a ampliação de conceitos relacionados à dengue e suas formas de proliferação em comparação à figura inicial, bem como críticas ao uso de agrotóxicos para controlar surtos, citando impactos socioambientais, bem como interesses mercadológicos e “eficiência”, apenas a curto prazo.

É perceptível uma evolução do grupo no que tange a essas relações na medida em que percebem relações de poder e interesses particulares envolvendo C-T-S-A, conforme podemos observar nos fragmentos abaixo.

Será que só a limpeza do quintal? Será que a dedetização e o mosquito transgênico da dengue resolve? Será que o desmatamento não influencia? Não devemos pensar em resolver de imediato! A gente não pensa nos fatores políticos e no interesse do capitalismo com relação ao problema. A gente só pensava em sintomas e em como prevenir. Mas, e o governo? Será que o mosquito transgênico não tem relação com a microcefalia? Eu nunca pensei que o “fumacê” pudesse fazer mal, nunca parei para pensar. Devemos instigar os alunos para pensarem. A gente sabe que a ciência tem interesses. Ela, o governo culpa a população. Ela não diz que o foco, vai muito mais além. É muito mais fácil culpar os indivíduos, pôr o foco nas casas, do que parar para pensar em fatores ambientais que podem contribuir, como desmatamento também tem

culpa, precisamos também melhorar o saneamento básico. A biotecnologia, empresa de Bil Gattes, faturou 18 milhões de euros na modificação genética do mosquito transgênico. (Grupo A)

A ciência trabalha muito com o imediato, então, surge um problema ela vai lá e tenta achar uma solução se não der certo, tiver problema, surgir com isso, outra doença, ela vai lá e inventa outra coisa, então ela trabalha muito com o capitalismo. Então, criam o mosquito transgênico, mas ele só vive no máximo 30 dias, então é uma coisa muito imediatista, mas de acabar com o foco não se fala (Grupo A).

Segundo Torres-Merchan (2014), alcançar pensamento crítico envolve estar bem informado, preparar-se para emitir juízos próprios, confrontar pontos de vista, indagar-se frente a problemas e ideologias, sendo que tal posicionamento permitirá ocupar espaços dialógicos e intervir de maneira socialmente responsável. É interessante observar que os alunos conseguiram identificar relações envolvendo aspectos econômicos, com influência decisiva nas opções tecnológicas, algo essencial quando pretendemos superar o mito da neutralidade da ciência, entendendo que os aparatos científicos e tecnológicos incorporam e materializam interesses e desejos de sociedades ou grupos hegemônicos, conforme nos alerta Auler (2002).

“Silenciar ou omitir dimensões de natureza não-epistêmica na resolução de problemas sociais pode ter um efeito pedagógico que reforça posições tecnocráticas” (ROSA, 2016). As percepções dos alunos foram ainda além, pois identificaram que essas opções são definidas por grupos sociais específicos. Tal posicionamento sinaliza que já estão em curso práticas pedagógicas que trabalham o não silenciamento e a não neutralidade da ciência. São indícios promissores de que é possível, no ensino de Ciências, trabalhar a perspectiva de uma participação ampliada em processos decisórios.

Conforme podemos observar na figura acima, ao final do curso, o grupo conseguiu estabelecer muito mais relações entre os campos CTSA, o que indica a formação de um pensamento mais complexo, crítico e político frente ao tema estudado. O grupo conseguiu relacionar o problema central com interesses particulares, reconhecer relações de poder e questionar a superioridade da ciência e da tecnologia, pois atribuiu a proliferação do mosquito da dengue não só a fatores voltados para ações individuais, mas também ao modelo de agricultura, ao processo desordenado de urbanização, ao crescimento do setor automobilístico, ao desmatamento e às mudanças climáticas. Com isso, o grupo adquiriu uma formação mais ampla e crítica sobre o problema, a partir da mobilização dos elementos C-T-S-A. Podemos notar que a pedagogia crítica trouxe contribuições importantes para a abordagem CTSA de uma perspectiva freireana, pois permitiu entender a ciência como uma construção cultural que não busca verdades absolutas, únicas, porque é um processo de construção permanente (SANTOS; MORTIMER, 2002). Essa perspectiva permite que os/as alunos/as se preparem para refletir e

atuar frente aos problemas ambientais, sendo uma possibilidade de educação para a sustentabilidade (TORRES, 2010).

Jiménez-Aleixandre *et al.*, (2004) afirmam que o propósito do uso de QSC é promover nos/nas estudantes o conhecimento de questões controversas para desenvolver o exercício do pensamento crítico. As QSC, na situação didática, quando contextualizadas na vida real, permitem ao/à estudante reconhecer sua validade e importância, conforme afirmam Sadler e Donnelly (2004). Uma maneira de promover a relevância da QSC, aproximando-a da vida real, é utilizando pressupostos da pedagogia freireana, buscando partir de problemas sociocientíficos controversos locais. Acreditamos que quanto mais relações CTSA os/as estudantes conseguem mobilizar, maior pode ser a contribuição dessas articulações para a ampliação da formação política e crítica dos/as estudantes.

Os trechos apresentados acima mostram uma diversidade significativa de elementos CTSA mobilizados, o que nos indica que os alunos ampliaram o seu olhar sobre o problema e que, por isso, podem participar de discussões e desenvolver ações responsáveis acerca do problema estudado. Conforme nos alerta Freire (1921, P. 26), “quanto mais profundamente se conhece o problema, mais se penetra na essência fenomênica do objeto”, o que permite o envolvimento de fato na práxis, como um intelectual ativo, assumindo-se como sujeito histórico, que faz e refaz o mundo. No fragmento que será apresentado em seguida, podemos observar que, a partir do entendimento complexo do tema, o grupo repensa a maneira de trabalhá-lo, indicando uma tendência para formas mais críticas e reflexivas.

Depois da disciplina, eu fiquei pensando como seria interessante levar esses questionamentos, essa forma pensar, mais do que aquele conhecimento: ah, o que é a dengue e acabou para os alunos, mas fazer eles pensarem, fazer outras relações, outros links, isso seria muito interessante!. (Grupo A)

Quadro 13. Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC, no início e no final da disciplina, sobre o tema.

DIMENSÕES	SCRIPT INICIAL	SCRIPT FINAL
Ciência	Definição saneamento, relação entre saneamento e doenças/	Definição saneamento, relação entre saneamento e doenças; reprodução e ciclo de vida do mosquito; sintomas da dengue; relações entre clima e proliferação da dengue; causas do desmatamento/ crítica ao salvacionismo científico e tecnológico; neutralidade da ciência. Crítica ao modelo linear entre CTSA/ crítica ao determinismo científico.
Tecnologia	Não foi observado.	Mosquito transgênico- possíveis desdobramentos negativos na natureza/ crítica ao salvacionismo científico e tecnológico/ papel da indústria automobilística no avanço da doença/crítica a práticas imediatistas no combate como a dedetização/
Sociedade	Papel individual e coletivo no controle da dengue/ domínio de	Participação pública na ciência; cobrança de direitos ao poder público; impactos socioambientais para diferentes grupos sociais/ importância do papel do catador e vulnerabilidade social/

	enfrentamento comportamental	consciência do seu papel individual/ predomínio de enfrentamento socioecológico.
Ambiente	Má disposição do lixo e surgimento de doenças/Predomínio de visão biomédica.	Má disposição do lixo e surgimento de doenças; Relação entre desmatamento e dengue; mudanças climáticas e proliferação de doenças; Relação entre agronegócio e desmatamento/predomínio de visão socioecológica.

Fonte: elaborado pela autora

A identificação e o envolvimento dos/as estudantes com o tema ajuda no processo de construção do sujeito cidadão, preocupado com a sua realidade e com as suas habilidades docentes, podendo desenvolver empatia, sentimento de pertencimento e responsabilidade social, além da capacidade de participar de tomada de decisões com implicações individuais e coletivas (BENCZE; ALSOP, 2014; KAHN; ZEIDLER, 2016). O grupo gerou, através da problematização temática, a consciência sobre si, sobre o seu papel transformador da realidade, e a consciência da realidade, a qual é histórica, problemática e construída por nós, de maneira constante, por meio do envolvimento na luta e de ações, traduzidas mediante transformação da realidade (FREIRE, 1921). Para nós, os resultados construídos por esse grupo traduzem a formação de uma percepção utópica, a qual é essencial nos processos de transformação da sociedade. Para sermos utópicos, é preciso que saibamos com profundidade o quanto problemática está sendo a realidade a ser modificada e como ela se vincula ao sistema capitalista desumano, portanto ser utópico necessita de pensamento crítico, pois, para Freire (1921, p. 28), “eu não posso denunciar a estrutura desumanizante se não a penetro para conhecê-la”. E numa visão crítica, repensar que outros caminhos e ações são possíveis, estabelecendo melhores relações entre C-T-S-A, voltadas, por exemplo, para maior justiça socioambiental.

3.3.5 DIMENSÕES CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS MOBILIZADOS PELOS/AS ESTUDANTES

Concebemos que o ensino de Ciências Naturais deve abarcar uma formação de conceitos científicos relacionados à área e deve atrelar, ainda, esses conceitos a outras áreas de conhecimento (FREIRE, 1967; KRASILCHICK, 2008). Acreditamos em propostas de ensino em que o/a aluno/a seja ativo/a, construtor (a) de conhecimentos, já que ele/a é parte da sociedade e cultura. Além disso, que devemos incorporar em nossas práticas educativas espaços e momentos em que os/as alunos/as possam alcançar objetivos de aprendizagem na dimensão procedimental dos conteúdos, ou seja, aprimorar capacidades para agir, organizar procedimentos, executar técnicas, aplicar métodos e solucionar problemas (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Adicionalmente, para que possamos contribuir com a construção de uma sociedade socioambientalmente justa, equitativa e crítica, devemos pensar no desenvolvimento de valores e atitudes que contribuam com a formação cidadã dos/as alunos/as. Luckesi (2011), Bourdieu (2007), Freire (2006), entre outros autores, discutem que a educação pode exercer diferentes papéis/funções na sociedade, desde a formação de sujeitos questionadores a indivíduos que não refletem sobre as condições de desigualdade em que vivem. Fourez (1995) o ensino de Ciências parece que serve mais para que os alunos mergulhem no cotidiano dos cientistas do que ajudar os jovens a entender e explorar o mundo em que vive. Nesse contexto, temos as tendências educacionais que promovem a reprodução do sistema de conhecimentos e ideologias, bem como aquelas voltadas para a transformação da sociedade a partir do olhar crítico e problematizador da realidade. Nessa perspectiva, buscamos implementar práticas de ensino capazes de tornar a escola um espaço de formação científica e política, em que os/as educandos/as possam avaliar criticamente os impactos da ciência e da tecnologia de modo local e global, tornando-se seres reflexivos orgânicos, problematizando as desigualdades sociais e partilha dos benefícios e malefícios produzidos pela sociedade moderna (CONRADO, 2017).

No script inicial, os objetivos conceituais discutidos pelo grupo foram: o conceito de saneamento básico, as doenças que podem ser causadas pela falta de saneamento básico, e buscaram discutir como individualmente podemos evitar a proliferação do mosquito, através do cuidado com a lixo. Observamos que os conteúdos elencados priorizam apenas a aprendizagem de conceitos que muito dificilmente possibilitariam uma compreensão crítica e científica sobre o problema da proliferação da dengue e do saneamento básico. No script inicial que os estudantes mobilizam conceitos como: definição de saneamento básico e consequências da falta de saneamento básico para a saúde, citando doenças que podem ser causadas, conforme poderemos observar no fragmento a seguir: “saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social, segundo a OMS –Organização Mundial de Saúde” (GRUPO A). E ainda: “A falta de tratamento de esgoto pode causar a transmissão de doenças como: hepatite A febre tifoide, malária, diarreia, cólera, febre amarela, amebíase e a como foi dado exemplo anteriormente dengue” (GRUPO A).

O grupo mobilizou conteúdos procedimentais como: leitura e discussão do caso, bem como foi solicitado que os alunos respondessem um questionário sobre o assunto que envolve habilidades de comunicação verbal e escrita. Os objetivos de aprendizagem atitudinais postos em prática no script estiveram relacionados à conscientização quanto ao estabelecimento de normas e atitudes condizentes com o bem-estar da comunidade. A cobrança por maiores

esclarecimentos do poder público quanto à existência de saneamento básico, bem como o papel das pessoas no enfrentamento do problema, pode ser considerada como uma dimensão atitudinal mobilizada, conforme poderemos observar a seguir: “todos nós que estamos aqui devemos nos conscientizar e também conscientizar os nossos pais nossas mães, nossos irmãos e irmãs, nossos vizinhos, dentre outros para cuidarem de suas ruas, procurarem os governantes para ir em busca de melhorias”. (GRUPO A) e ainda: “Vocês o que fariam para amenizar ou radicalizar essa situação? Sim uma boa atitude que pode ajudar muito é não jogar lixos nas ruas” (GRUPO A). No script inicial, o objetivo de aprendizagem atitudinal citado foi: utilizar imagens e vídeos dos locais onde encontra-se esgoto exposto como forma de impactar e alertar os/as alunos/as, como também a comunidade, sobre os riscos que eles/elas correm por estarem em contato com esse esgoto. Porém este não foi discutido no script descritivo. Percebemos uma nítida dificuldade em elaborar e discutir esta modalidade de objetivo, o que melhora na versão final.

Na versão final do script, bem como nos áudios analisados, observamos um interessante avanço do grupo. No que se refere aos objetivos conceituais discutidos, buscaram identificar os conhecimentos prévios dos/as educandos/as sobre a dengue, os sintomas da dengue, os processos de ovulação e proliferação do mosquito transmissor, os riscos que os esgotos a céu aberto trazem à saúde da sociedade e para o ambiente; eficácia dos meios de combate da dengue, como os mosquitos transgênicos e a dedetização; a relação entre desmatamento e proliferação de arboviroses, como a dengue; a importância do saneamento básico para evitar a proliferação da doença; as influências ambientais, econômicas e comportamentais no surgimento e na disseminação da doença; as classes sociais mais vulneráveis à falta de saneamento básico e conseqüentemente a doenças como a dengue; o salvacionismo científico e tecnológico na resolução de problemas de saúde causados pela falta de saneamento básico; relações entre o crescimento automobilístico e a dengue, bem como as relações entre o processo de urbanização e a doença. Observamos, nessa versão, objetivos de aprendizagem conceituais que condizem com uma abordagem de QSC, voltados para a construção de visão crítica e científica sobre o problema, abarcando-o de forma integral, uma vez que foram discutidos aspectos relativos tanto à dengue, quanto aos fatores socioambientais, políticos e econômicos que são responsáveis pelo aumento da proliferação do mosquito.

Segundo Gomes (2017), os discursos existentes sobre a prevenção e o controle de arboviroses são muitas vezes pautados em saídas milagrosas com base na ciência e na tecnologia, como o uso de mosquitos transgênicos, a dedetização, o uso de inseticidas, com foco em ações individuais. Problemas sociais como a ausência de saneamento básico para

muitos grupos sociais, o desmatamento, o aquecimento global, os processos de urbanização e de crescimento da indústria automobilística pouco são problematizados. Dessa forma, coloca-se o foco nas ações individuais e são minimizados os interesses particulares que envolvem fatores que causam ou agravam o problema. Tais argumentos poderiam dificultar a tomada de posicionamento consciente por parte dos/as professores/as em formação, caso o tema não fosse estudado de maneira a questionar a influência ideológica existente nos discursos que negam o papel da política e da economia, quando não são orientadas por uma ética que visa o bem-estar social, no agravamento de doenças. Segundo a Associação Brasileira de Saúde Coletiva (2017) a relação entre a proliferação do mosquito *Aedes aegypti* e a precariedade dos serviços públicos de saneamento básico pode ser considerada quando as altas taxas de Dengue, Zika e Chikungunya prevalecem nas regiões mais pobres e precárias do país. Essa realidade atinge principalmente as áreas de populações pobres e periféricas do país, e evidencia o descaso de décadas do poder público com políticas de promoção da saúde, prevenção e a efetiva erradicação de doenças. Para Tauil (2001) aponta o crescimento urbano, o aumento da densidade demográfica, ausência de saneamento básico, incluindo a coleta de lixo e abastecimento de água inadequados nas periferias, bem como o crescimento da indústria automobilística- causando o aumento de criadouros- contribui para a manutenção desta epidemia. Além disso, para Tauil (2001, p. 100)

Associada a esta situação, o sistema produtivo industrial moderno, que produz uma grande quantidade de recipientes descartáveis, entre plásticos, latas e outros materiais, cujo destino inadequado, abandonados em quintais, ao longo das vias públicas, nas praias e em terrenos baldios, também contribui para a proliferação do inseto transmissor da dengue.

Freire (1921; 1996; 1997) defende a importância do ensino mediatizado pelo mundo para que o estudante construa uma curiosidade epistemológica, a qual deve mover a busca pela compreensão do objeto/tema, dando significado ao conhecimento a ser construído. O pensamento freireano possibilita a mobilização de aspectos políticos que auxiliam o indivíduo na leitura crítica do mundo vivido. Assim, é característico da sua pedagogia o questionamento das diferentes condições de vida dos grupos sociais, sendo que fazê-los entender essa desigualdade/contradição é tarefa também do/a professor (a) de Ciências Naturais (SANTOS, 2008). No fragmento abaixo, podemos observar a preocupação do grupo em desvelar situações que impedem o pensamento mais aprofundado e reflexivo acerca do problema, trazendo aspectos políticos que precisam ser objetos de reflexão na sala de aula, transcendendo situações-limite:

Sim crianças esse método não garante uma total erradicação do mosquito, para minimizar mais ainda esse problema do saneamento básico e da proliferação do

mosquito e de outras doenças, é que todos nós que estamos aqui devemos primeiramente e a cima de tudo nos conscientizar e também conscientizar os nossos pais nossas mães, nossos irmãos e irmãs, nossos vizinhos, dentre outros para cuidarem de suas ruas, procurarem os governantes para ir em busca de melhoras, pois eles devem entender que a culpa não é apenas dos moradores e sim principalmente de seus governantes, pois é um dever do município proporcionar uma melhor qualidade de vida no que se diz respeito a limpeza e organização da cidade ao todo, não apenas em algumas ruas, mais sim no centro como também em suas periferias. (Grupo A)

As dimensões procedimentais citadas na proposta inicial foram: Identificar ações que devemos adotar para acabar ou minimizar o mosquito da dengue; Identificar os principais riscos que o esgoto a céu aberto oferece à saúde da população através de vídeo explicativo e imagens. No entanto, nenhum dos objetivos procedimentais acima foram de fato discutidos nesta versão do script descritivo. Na versão final, os estudantes mantiveram apenas dois objetivos procedimentais, a saber: Identificar ações que devemos adotar para minimizar a proliferação do mosquito da dengue; Elaborar um quadro dos sinais e sintomas da doença. Os objetivos procedimentais de fato desenvolvidos pelos alunos no script descritivo foram a construção do quadro com sintomas da dengue e a elaboração de texto pelos/as alunos/as sobre a dengue e como podemos combatê-la.

Observamos que os alunos apresentaram muita dificuldade em compreender e organizar os objetivos de aprendizagem, confundindo os objetivos procedimentais com as ações que o professor deve desenvolver em sala de aula. Os/as alunos/as têm dificuldade em modificar o foco da aula, ao planejarem as ações a serem desenvolvidas para por em prática os objetivos de aprendizagem procedimentais. Acreditamos que essa dificuldade, pelo menos em parte, pode ser sinal das influências formativas que tiveram ao longo da vida escolar, dificultando a construção de metodologias de ensino mais ativas, reproduzindo o ensino focado em fatos e conceitos. Segundo Xavier *et al.*, (2017), nas aulas de Ciências são privilegiados conteúdos conceituais, em detrimento da tridimensionalidade dos conteúdos, negligenciando as dimensões procedimentais e atitudinais. Segundo Viveiro (2006), a maioria dos/as professores/as desconhece a tridimensionalidade do termo “conteúdo” e por esse fato aplicam excessivamente uma única dimensão do conteúdo. No Brasil, o principal documento norteador que discute e defende a inserção dessa tridimensionalidade de conteúdos no ensino de Ciências são os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1998). Segundo Xavier *et al.*, (2017), apesar dos PCNs defenderem há 17 anos o uso das dimensões CPA no ensino de Ciências, poucos trabalhos abordam essas dimensões.

Assim, na versão final, o grupo apresenta os seguintes objetivos de aprendizagem atitudinais: sensibilizar-se sobre a importância de ações individuais e seus reflexos na comunidade, de modo a reduzir ao máximo os focos de propagação das doenças; refletir sobre

as causas da falta de investimento nas pequenas cidades e sobre as consequências das mudanças nos cenários político e econômico; refletir sobre a eficácia das ações do governo como forma de combate ao do mosquito da dengue; refletir sobre a causa da falta de saneamento básico nas pequenas cidades e principalmente nos bairros periféricos; alertar os/as alunos/as, como também a comunidade, sobre os riscos que eles/elas correm por estarem em contato com esse esgoto; abordagem do tema Ambiente e a formação do cidadão socioambientalmente responsável. Todos os objetivos atitudinais acima foram alcançados no discurso do script final.

Observamos que, nesta versão final, o grupo apresenta objetivos atitudinais condizentes com uma abordagem um pouco mais reflexiva, em comparação com a versão inicial, uma vez que foi possível constatar um olhar mais amplo sobre o que causa a proliferação do mosquito, citando aspectos socioambientais, políticos e econômicos que muito dificilmente são vistos nos livros didáticos de Ciências Naturais, permitindo-lhes questionar medidas salvacionistas pautadas na ciência e tecnologia em detrimento da resolução de questões socioambientais que causam o problema. Há na descrição do script momentos em que os/as licenciandos/as direcionam a aula para uma atividade sociopolítica de conscientização.

Consideramos que houve a construção de atividades sociopolíticas de conscientização, mas não de ações sociopolíticas. De acordo com Hodson (2011), existe diferença entre uma ação e uma atividade. Enquanto as ações devem ser focadas em soluções de problema ou dirigidos à mudança das condições ou circunstâncias que levaram ao problema, as atividades envolvem apenas a tomada de consciência sobre a existência de determinado problema ou sobre a necessidade de resolvê-los.

Concluimos que as dimensões mobilizadas foram suficientes para a construção de ações sociopolíticas e para uma formação cidadã capaz de permitir a tomada de decisão socialmente responsável perante o problema em foco. Os/as licenciandos/as compreenderam o problema e seus condicionantes sociais, políticos, econômicos e ideológicos, mas entenderam também a importância das atividades individuais para o combate e resolução do problema, buscando ler e compreender de forma crítica a partir de uma grande variedade de fontes de informações. Segundo Freire (1968) e Solbes e Torres (2018), para que um indivíduo alcance o pensamento crítico e assim possa agir na sociedade é preciso a compreensão ampla dos mais variados aspectos que influenciam aquele problema. Nesse caso, podemos observar que foram discutidos aspectos relacionados à natureza da ciência, ao impacto da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente, aos interesses que envolvem o salvacionismo científico e tecnológico por meio do mosquito transgênico e da dedetização, indo de encontro a discursos dominantes, na medida em que buscaram novas fontes de informação, levando à construção de uma conscientização

mais ampla e reflexiva sobre o saneamento básico e suas implicações na proliferação da dengue, em âmbito individual e político.

Freire (1996) afirma que ensinar exige pesquisa. Acreditamos que o desenvolvimento da atividade de pesquisa para a construção do script descritivo foi muito positiva para a promoção da autonomia dos educandos. Através da pesquisa, foi possível avançar a partir de uma consciência real efetiva em direção a uma consciência máxima possível.

3.4.1 Grupo B: Proliferação de escorpiões em Amargosa-Ba: Aspectos socioambientais em evidência

Analisando o grupo que abordou o tema: **Proliferação de escorpiões em Amargosa-Ba: Aspectos socioambientais em evidência**, com relação à primeira unidade de análise, que se trata da *apropriação da abordagem QSC (caso controverso, questões norteadoras, objetivos de aprendizagem)*, consideramos a evolução do grupo, observando as produções apresentadas nos scripts inicial e final. Observamos que, com relação ao primeiro critério, a versão inicial do script descritivo não mostrou uma apropriação dos elementos básicos de uma QSC. Assim, o caso não apresentava uma controvérsia que pudesse ser ponto de discussão inicial sobre o tema. As questões norteadoras inicialmente refletiam aspectos interessantes para uma abordagem de QSC, a saber: Essa situação acontece em seu bairro ou cidade? Para você, quais são as causas desse problema? Esse também é um problema nosso ou você concorda com Pedro? Para você, além de ser um dever do Estado é também um dever da sociedade civil? Para você, quais são os benefícios e malefícios desse problema? As questões norteadoras apresentadas pelo grupo na versão final do script foram: Essa situação acontece em seu bairro ou cidade? Para você, quais são as causas desse problema? Esse também é um problema nosso ou você concorda com Pedro? Para você, além de ser um dever do Estado, é também um dever da sociedade civil? Para você, quais são os benefícios e malefícios deste problema? Você concorda com a colocação de Luiza, a zeladora, que esse problema é decorrente apenas do fato de morar próximo ao cemitério? Você sabe como acontece a proliferação desses animais peçonhentos, principalmente o escorpião? Quais seus malefícios para o ser humano? Como acontece sua cadeia alimentar, quais são seus predadores? A galinha pode ajudar no controle de escorpiões? O que fazer após uma picada? Que sintomas o indivíduo pode ter? E como o sujeito pode agir ao encontrar um escorpião? O que pode ser feito para combater este problema, visto que este também é nosso dever enquanto cidadãos e moradores? E quais moradores são mais vulneráveis ao contato com escorpiões, tendo em vista a sua preferência por ambientes com lixo, que são

propícios para o aparecimento de insetos, como por exemplo, as baratas, um dos alimentos do escorpião? Será que pessoas de outros bairros, que moram distante do cemitério sofrem também com este problema?

Essas últimas questões mobilizadoras indicam uma preocupação importante, quando falamos em formação crítica e política, uma vez que é essencial discutirmos as situações de desigualdade que acometem os diferentes grupos sociais (FREIRE, 1997).

O grupo não conseguiu elaborar objetivos de aprendizagem na primeira e na segunda versões do script, somente na terceira versão esses objetivos começaram a ser delineados pelo grupo, mesmo assim com bastante dificuldade. Podemos observar, no quadro abaixo, os objetivos de aprendizagem apresentados pelo grupo nas versões inicial e final do script.

Quadro 14. Mobilização das dimensões CPA nas versões inicial e final do script descritivo sobre o tema “Proliferação de Escorpião”.

DIMENSÕES DO CONTEÚDO	INICIAL	FINAL
CONCEITUAIS	Saneamento básico previsto na Constituição; coleta de lixo; o que são escorpiões, hábitos de vida, formas de alimentação, reprodução, produção do veneno pelo animal; anatomia do animal; benefícios do veneno; formas de atuação diante da picada de um escorpião.	Vulnerabilidade de determinados grupos sociais; importância dos escorpiões e a sua função para o equilíbrio ecológico, formas de alimentação (canibalismo em algumas espécies), plasticidade ecológica, função da cadeia alimentar, como é produzido o veneno pelo animal; compreender a sua estrutura anatômica; evolução da espécie; predadores naturais; questionamento de práticas pautadas apenas na ciência no controle da proliferação do animal.
PROCEDIMENTAIS	Confecção de um escorpião, com materiais de baixo custo para conhecer a anatomia do animal.	Identificar espécies diferentes; conhecer a anatomia do animal; Reconhecer lugares potenciais para proliferação; como agir ao ser picado; aonde deve levar o indivíduo; identificar formas de controle naturais.
ATITUDINAIS	Reflexão sobre saneamento como direito constitucional.	Reflexão sobre o saneamento como direito constitucional; reflexão sobre valor ecossistêmico do escorpião; análise de quais grupos estão mais vulneráveis à picada do escorpião, após reflexão crítica.

Fonte: Elaborado pela autora.

A maioria dos alunos confundia objetivos de aprendizagem com objetivos de ensino e de pesquisa. Muitos alunos relataram nunca terem feito planos de aula antes da disciplina em que foram produzidos os dados, o que nós consideramos como um fator limitante que dificultou o início do trabalho com a perspectiva CPA. Vale ressaltar ainda que os objetivos de aprendizagem, as questões norteadoras, o caso e os conteúdos do tema ainda eram restritos na apresentação escrita, através do script. Assim, apesar de o script representar uma excelente ferramenta para a exploração e a apresentação dos conteúdos pelos/as alunos/as, as suas falas, durante as oficinas apresentadas, discutiam outros tipos de conteúdos que não estavam

abarcados no script. Isto acontecia pelo fato dos/as alunos/as acharem demasiado complexas algumas questões sobre os temas para as séries a que se destinavam as aulas. Assim, a união entre o script e as oficinas apresentadas somam no sentido de favorecer a compreensão do alcance dos conhecimentos adquiridos pelos grupos. Na versão final do script, pudemos observar avanços significativos no que diz respeito à aprendizagem de conceitos e valores, bem como à formação do pensamento questionador, inconformado com a realidade existencial, conforme poderemos observar nos fragmentos a seguir:

Os animais peçonhentos são aqueles que possuem substâncias tóxicas produzidas diretamente por glândulas especializadas, como dentes, ferrões, injetando assim o seu “veneno” E vocês sabem porque isso acontece? Porque isso é um mecanismo de defesa ou para alimentação. (GRUPO B)

O escorpião é um dos animais terrestres invertebrados mais antigos da Terra, entre os animais vivos. Passam o dia escondidos em lugares escuros, entre frestas, ou debaixo de pedras, folhas ou tronco. São comuns em lugares com entulhos, que possuem madeira, materiais para construção, sendo mais ativos à noite, quando forrageiam (é a saída do animal a procura de alimento em baixo de folhas gravetos, revirando a terra em busca de alguma fonte de alimento). O desmatamento também tem sido um dos fatores de surtos de escorpião. O aumento do desmatamento para construções. (GRUPO B)

E sabem quais os benefícios e malefícios do veneno dele? Então o escorpião assim como qualquer outro animal tem seu papel fundamental na cadeia alimentar. De acordo com pesquisas feitas na internet sobre o assunto, com o veneno do escorpião é possível produzir analgésicos, e até usar no tratamento de câncer. (GRUPO B)

Essa apropriação foi melhorada a partir da terceira versão do script descritivo. Nessa versão, o grupo já conseguiu avançar no sentido de compreender como deveria ser o caso, apresentando melhor uma controvérsia, como pode ser utilizado, diálogo entre diferentes personagens, abarcando questões norteadoras que retomavam o caso, o que são objetivos de aprendizagem e como deveriam ser utilizadas as questões norteadoras. A apropriação da abordagem de ensino baseado em QSC foi considerada satisfatória, atendendo às expectativas no que tange à elaboração do caso controverso, às questões norteadoras, bem como aos objetivos de aprendizagem, conforme proposta de Conrado (2017). Um fragmento do caso pode ser observado a seguir:

Joaquina – Acredito que essas doenças e animais peçonhentos estão aparecendo por conta da quantidade de esgoto que tem a céu aberto na minha rua, e se observarmos direito é um problema na cidade inteira. Minha mãe está doente há dois dias por conta da picada de um escorpião, sorte que logo quando aconteceu o ocorrido há levaram para o hospital para ser medicada logo.

Luiza a Zeladora – Penso que isso é de “tempos em tempos”, e o esgoto não tem nada a ver como as doenças e os animais peçonhentos, apesar de achar muitos no quintal da casa da minha mãe, mas isso só acontece porque moramos perto do cemitério, esses animais gostam desses lugares.

Pedro- O esgoto é um problema péssimo, mas nunca me incomodou, pois moro na rua do lado e não sofro com problemas de mau cheiro, mas ultimamente têm aparecido

muita muriçoca, e casos de pessoas sendo picadas por mosquito da dengue e escorpiões, mas esse não é um problema meu.
Pensando nessas diferentes opiniões que foram levantadas por Joaquina, Luiza a zeladora, e Pedro aluno do 4º ano, qual você acha pertinente diante do problema da comunidade?

Consideramos que as questões norteadoras e objetivos de aprendizagem organizados pelo grupo atendeu de maneira satisfatória a proposta de QSC na perspectiva CSTA à medida que, consideraram diferentes dimensões dos conteúdos, permitiram utilizar e mobilizar aspectos éticos relacionados ao caso, apresentando diferentes profundidades para a discussão de determinadas questões, evitando a sua subutilização do mesmo, conforme orienta Conrado (2017). Para Fullick e Ratcliffe (1996) as questões norteadoras devem orientar o processo de discussão e a atenção dos estudantes para os aspectos que se pretendem discutir, estimulando o debate crítico. O uso do caso pode auxiliar no desenvolvimento do envolvimento dos estudantes pela ciência, contextualizada em situações cotidianas, de maneira crítica e empática a partir da problematização das relações CTSA. Consideramos que, para esta categoria, a versão inicial do script atendia parcialmente ao critério de apropriação da QSC, uma vez que não apresentava um caso controverso nem objetivos de aprendizagem, mas apresentava questões norteadoras condizentes com uma abordagem de QSC. Já na versão final do script, consideramos que o grupo alcançou totalmente a apropriação dessa abordagem por apresentar todos os elementos de uma QSC, buscando uma abordagem ampla e integrada sobre o assunto de acordo com os pressupostos de Ratcliffe e Grace (2003) e Conrado (2017). Ratcliff e Grace (2003), defendem que uma QSC deve: apresentar uma controvérsia relatada pela mídia; conhecimentos científicos (em debate); evidências científicas conflitantes; dimensões locais, nacionais e globais (magnitude); consideração da sustentabilidade; formação de opiniões; posicionamento; tomada de decisão; análise custo-benefício, probabilidade e risco; ética, valores e interesses. Consideramos que, de alguma maneira, estes critérios foram alcançados pelo grupo. Conrado (2017) complementa ainda que QSC é interdisciplinar e envolve relações CTSA. Nessa perspectiva, uma integrante do grupo emitiu a seguinte opinião: “Construir uma QSC não foi fácil, e penso que a construção desse tipo de planejamento de aula instiga o/a aluno (a) em processo de formação a também estar se constituindo enquanto professor (a) pesquisador (a)” (Grupo B).

Vale ressaltar que seria necessário ainda um trabalho mais intenso na elaboração dos objetivos de aprendizagem, pois os mesmos, apesar de atenderem de maneira significativa aos pressupostos didáticos e epistemológicos que pretendíamos nesta pesquisa, ainda necessitariam serem melhorados. É importante salientar, entretanto, que, embora a aprendizagem aconteça de

maneira contínua e processual, por conta da finalização necessária do semestre, tivemos que limitar os processos de ensino e aprendizagem, com a entrega de no máximo quatro versões do script descritivo para correção.

Na análise sobre a incorporação dos pressupostos da abordagem freireana nos scripts, observamos que, na versão inicial, o grupo já apresentou sinais de um dos pressupostos da abordagem freireana, que foi a identificação e a problematização junto à comunidade da Questão Sociocientífica, bem como o levantamento de conhecimento prévio dos/as estudantes sobre aspectos do tema. No entanto, nessa versão, não houve nenhuma tentativa de discutir aspectos políticos, econômicos e sociais que levassem à construção de um questionamento crítico sobre os cenários de vulnerabilidade social em que estão as pessoas que vivem em determinados bairros da cidade, caracterizando processos de problematização e contextualização na perspectiva freireana e CTSA.

Já na versão final do script, foi possível constatar a incorporação de aspectos significativos no plano, no que tange à perspectiva freireana. Assim, nessa versão, o grupo já buscou questionar o motivo pelo qual a proliferação do escorpião é mais intensa em determinados bairros do que em outros, bem como a falta de saneamento em áreas mais carentes da cidade, o que indica a contextualização e a problematização das relações de desigualdade, aspectos cruciais na pedagogia freireana, através das seguintes questões norteadoras:

E quais moradores são mais vulneráveis ao contato com escorpiões, tendo em vista a sua preferência por ambientes com lixo, que são propícios para o aparecimento de insetos, como, por exemplo, as baratas, um dos alimentos do escorpião? Será que pessoas de outros bairros, que moram distante do cemitério, sofrem também com este problema? (GRUPO B)

O grupo incentiva a reflexão crítica, faz questionamentos, problematiza o tema, traz aspectos políticos, ideológicos, ambientais e sociais que envolvem a problemática, busca acessar o conhecimento prévio dos/as alunos/as no início da aula. Para nós, esses posicionamentos são sinais da influência freireana na prática de ensino. A fala a seguir sinaliza esta percepção: “Mas é importante saber como vocês agiriam se encontrassem um escorpião? Porque agora já sabemos que ele é um animal peçonhento que tem benefícios, mas também malefícios” (GRUPO B).

Consideramos também que, o grupo buscou dialogar com diferentes saberes na medida em que buscou olhar para aspectos históricos, políticos e sociais que potencializam a proliferação do escorpião na cidade, não enfocando somente nos aspectos biológicos do tema, o que consideramos essencial para uma formação ampla e reflexiva. A fala a seguir sinaliza esta percepção: “Esses animais possuem uma capacidade muito grande de reprodução e

plasticidade ecológica, ou seja, conseguem se adaptar em diversos lugares seja em ambientes frios, quentes, rochosos, dentre outros. Há registros de que os primeiros escorpiões eram aquáticos” (GRUPO B).

O grupo buscou utilizar a linguagem apropriada ao contexto da sala de aula, favorecendo a aproximação à linguagem formal, conforme poderemos observar a seguir:

No Brasil, há em torno de 140 espécies descritas. Já comentamos aqui que esses animais são carnívoros, não é pessoal? Normalmente eles predam insetos e aranhas, mas também costumam se alimentar de insetos maiores, até pequenos vertebrados. Vejamos a imagem de um escorpião. Vamos analisar agora como é a anatomia desses animais e quais suas curiosidades (GRUPO B).

Na versão final, consideramos que a aula foi expositiva-dialogada na medida em que o grupo, a todo tempo, lançou questões para os/as alunos/as, buscando a participação dos/as mesmos/as nas discussões, no entanto, o professor foi o principal condutor das aulas. Conforme Levinson (2006), em pesquisa realizada com abordagem de QSC, notou-se que, embora a intenção fosse o desenvolvimento de um posicionamento informado sobre o tema pelos/as estudantes, observou-se que os/as professores/as que participaram da aula dominaram o discurso. Tal posicionamento indica, muitas vezes, a insegurança do/a professor (a) com relação a abordagem de QSC, o qual demanda o desenvolvimento de conhecimentos de diferentes naturezas para o alcance de conclusões e o desenvolvimento de posicionamentos éticos, o que na maioria das vezes é algo que não está presente no contexto prático dos/as professores/as em formação.

Observamos que, de alguma maneira, o grupo questionou a superioridade da ciência, pois, buscou construir a percepção de que a ciência pode ser construída por pessoas comuns, conforme podemos observar no trecho a seguir: “As aulas de Ciências Naturais mostraram que a ciência não é ‘coisa de outro mundo’ ou atividade apenas para cientistas, mas sim algo que todos podem fazer, desde que tenham vontade, interesse, determinação e orientação metodológica” (Grupo B).

Observamos que o grupo não incentivou a intervenção na prática, enfocando no script o discurso científico, sem planejar ações na realidade existencial dos/as alunos/as. O grupo buscou abordar valores na medida em que discute sobre os direitos das pessoas às políticas de saneamento básico, com o intuito de refletir acerca da vulnerabilidade social a que determinados grupos sociais são submetidos e outros não, bem como a valoração dos serviços ambientais proporcionados pelo escorpião, em sua relação com outros animais. Santos (2017) conseguiu com que os estudantes do fundamental mobilizassem conteúdos sobre ética ambiental, inclusive sobre valoração de serviços ambientais, a partir de uma QSC sobre poluição hídrica,

identificando diferentes atores sociais responsáveis pelo problema, seus interesses, bem como possíveis ações para resolver ou amenizar os mesmos.

Segundo Barzano (2019), faz-se necessário refletir sobre a temática “saneamento básico” no ensino de Ciências Naturais, no sentido de humanizar esse ensino, aproximando-o de interesses pessoais, éticos, culturais e políticos. Nessa perspectiva, acreditamos que conseguimos alcançar, em certa medida, esse pedido na medida em que conseguimos partir de um problema existencial da realidade dos/as estudantes, refletindo sobre condicionantes socioambientais, políticos, econômicos e científicos que ajudam a construir uma visão mítica, preconceituosa e descontextualizada do problema, gerando comportamentos inadequados com relação à conservação dos escorpiões, negando o seu potencial ecossistêmico e social (COLOMBO; ALENCAR, 2017). Assim, abordar o tema no ensino de Ciências é importante para se aprender mais a respeito desse aracnídeo, proporcionando dados para a elaboração de estratégias de educação ambiental e conservação da biodiversidade.

Segundo Colombo e Alencar (2017), a maioria das pessoas desconhece o escorpião, o qual é injustiçado e mal interpretado. Segundo esses autores, a religião e a cultura ajudam a propagar determinados mitos sobre o animal, tendo em vista que o nome do animal surge nos escritos bíblicos e nas mitologias grega e egípcia como uma representação do mal; na astrologia surge como indicativo de maus presságios. Para Colombo e Alencar (2017, p. 40), “dentro da própria ciência, deram horror a esses animais, pois vários gêneros possuem nomes terríveis: *Androctonus* Ehrenberg, 1828 (homicida), *Hadogenes* Kraepelin, 1894 (nascido dos infernos) e *Pandinus* Thorell, 1876 (inteiramente terrível)”. É interessante salientar que o grupo trata o escorpião como um animal peçonhento, e não como um animal venenoso. De fato, os aracnídeos são peçonhentos porque possuem formas de inocular o veneno em suas presas (nos escorpiões é pelo aguilhão e nas aranhas pelas quelíceras) (COLOMBO; ALENCAR, 2017).

Diante da preocupação do grupo em abordar um tema que aflige a maioria da população de Amargosa, buscando discutir formas de combate, hábitos que evitem a proliferação desordenada do animal, bem como as medidas que se deve tomar ao ser picado, consideramos que o grupo desenvolveu uma postura de empatia com o problema enfrentado pelos/as alunos/as.

Faz-se necessário salientar que nem todos os critérios que elencamos previamente para uma abordagem freireana foram alcançados. Por esse motivo, consideramos que nesta categoria, tanto na análise inicial quanto final do script, houve o alcance parcial desses critérios. Em suma, avaliamos que o grupo alcançou a maioria dos critérios para uma abordagem

freireana, no entanto, constatamos a ausência de reflexões mais profundas sobre a não neutralidade da ciência, dentre outros aspectos.

Para a análise de pensamento crítico, utilizaremos o quadro 05 referente às habilidades esperadas para o alcance de PC a partir da abordagem de QSC apresentado na página 106. Assim, podemos concluir que os/as alunos/as conseguiram alcançar uma compreensão muito mais ampla, problematizada e contextualizada se comparado com o script inicial. Assim, na versão final do script, podemos mencionar o fragmento abaixo como um sinal de alcance de pensamento crítico, quando o grupo questiona:

Quais grupos sociais são mais vulneráveis? As pessoas que moram nas comunidades, em favelas, morros e que não possuem uma condição socioeconômica favorável, e que consequentemente acabam sofrendo com a falta de políticas de saneamento básico que deveria ser garantido a essas pessoas por direito, pelos governantes de sua cidade. Um lugar limpo, dificilmente irá ter proliferação de insetos ou animais peçonhentos transmissores de doenças, a exemplo do escorpião. Será que as pessoas que vivem em bairros nobres das cidades, com direito a todo conforto, sofrem com esse tipo de problema? (Grupo B)

Freire (1999) questiona o motivo de não se aproveitar a experiência existencial dos alunos em vivem em locais descuidados pelo poder público para discutir a poluição dos rios, dos córregos e sua influência no nível de bem-estar da população. Acreditamos que, seguindo essa premissa freireana, estaremos buscando a construção de uma percepção crítica e reflexiva sobre as condições de vida existentes nos espaços vividos pelos educandos, mediatizados pelo olhar crítico, através do ensino de Ciências Naturais. Assim, articulamos também as necessidades curriculares à realidade concreta, construindo juízos éticos capazes de contribuir com a solução de problemas que envolvem a realidade (FREIRE, 1996; TORRES; SOLBES, 2018).

Ainda, nesse panorama, é interessante discutir que o grupo citou o desmatamento, a má disposição do lixo e a ausência de saneamento básico, como fatores que também agravam a proliferação dos escorpiões em ambientes urbanos, sendo que tal assertiva é confirmada por Cruz, Yassuda e Barraviera (1995). Consideramos que essa assertiva apresenta teor crítico, uma vez que o discurso que ouvimos, na maioria das vezes, é aquele que culpabiliza apenas o indivíduo como agente principal pelos problemas ambientais, desconsiderando que a falta de saneamento básico e o desmatamento são fatores que contribuem para agravar o desequilíbrio ecológico, por tornar escassos os predadores naturais desse animal. É interessante ressaltar a importância de inserir discussões sobre o acesso desigual às políticas de saneamento básico como importante elemento causador de problemas ambientais e sanitários, enfocando uma abordagem histórica sobre o problema (BARZANO, 2009). Assim, observamos que, de fato,

houve a contextualização do problema discutido, fazendo emergir desse contexto fatores condicionantes que agravam o problema, bem como as determinantes sociais que mantêm a condição de vulnerabilidade, pela negação desse direito a determinados grupos sociais. Consideramos portanto, que o grupo abordou valores a partir de uma reflexão ampla, sobre as causas da proliferação de escorpiões na cidade bem como os grupos mais vulneráveis. Para Barzano (2009), a ausência de discussão desse tema na educação básica se deve, em grande parte, a lacunas existentes na formação inicial de professores de Ciências.

Muitos professores consideram o princípio da contextualização como sinônimo de abordagem de situações do cotidiano, no sentido de descrever, nominalmente, o fenômeno com a linguagem científica. Essa abordagem é desenvolvida, em geral, sem explorar as dimensões sociais nas quais os fenômenos estão inseridos. Assim, se ensina nomes científicos de agente infecciosos e processos de desenvolvimento das doenças, mas não se reflete sobre as condições sociais que determinam a existência de muitos desses agentes em determinadas comunidades (SANTOS, 2009, p. 4).

Ressaltamos que, para que se alcance um pensamento crítico, é preciso se aproximar da temática, de maneira ampla e complexa, estabelecendo relações do problema com questões sociais, políticas e ambientais, não se detendo às informações apresentadas no livro didático que, muitas vezes, fragmentam o conteúdo, deixando implícitas relações de poder e interesse (TORRES; SOLBES, 2018).

Consideramos que o grupo alcançou parcialmente reflexões críticas sobre o assunto, pois outras problematizações poderiam ser realizadas acerca do papel da ciência e tecnologia e sobre o tema em questão. Ainda que o grupo tenha elencado as relações entre C e T nos objetivos de aprendizagem e questões norteadoras, as mesmas não foram trabalhadas no script descritivo. Para Scheid, Ferrari e Delizoicov (2007), a educação científica deve promover a compreensão sobre fatores internos e externos relativos ao funcionamento da ciência, evitando a incorporação de visões que afastem os estudantes da atividade científica. Ainda segundo esses autores, se faz necessário que os cursos de formação de professores/as, tanto a inicial quanto a continuada, apresentem as bases epistemológicas que propiciem uma reflexão sobre a natureza da ciência. A fala abaixo indica uma visão crítica acerca da ciência, da visão elitista do cientista, o que significa um avanço importante, o qual poderá permitir a desconstrução de mitos relacionados à ciência, sua construção, aproximando pessoas comuns da ciência: “Antes eu tinha uma visão muito distorcida do cientista, hoje eu sei que eu também posso ser uma cientista”. Acreditamos que considerar a possibilidade de ser um cientista, entender que a ciência está no cotidiano, indica o alcance de PC na medida que desconstruir mitos acerca da imagem elitista do cientista possibilita a aproximação das pessoas à atividade científica.

No entanto, é preciso olhar com cuidado a citação do grupo, uma vez que, para ser um cientista, é preciso seguir critérios metodológicos pré-estabelecidos. Retomamos a concepção de Santos (2009), quando argumenta que o ensino através da abordagem CTSA deve permitir a desconstrução de mitos com relação à ciência, à tecnologia, bem como à imagem estereotipada do cientista. Um estudo realizado por Chambers (1983), através de desenhos feitos por alunos/as no ensino fundamental, constatou que eles/as reproduzem de maneira estereotipada o/a cientista, bem como o isolamento do trabalho destes/as com o restante da sociedade. Ainda sobre a citação acima, é interessante observar a aproximação estabelecida com relação ao trabalho do/a cientista, o que possibilita questionar visões deterministas e fatalistas sobre a realidade, sobre quem pode questionar o/a cientista e sobre quem pode vir a ser um (a) cientista, o que contribui para o processo de libertação e transformação da sociedade. Acreditamos, com isso, que esse posicionamento é um sinal de alcance de pensamento crítico, conforme ideais freireanos. Observamos que o grupo buscou construir relações entre proliferação de escorpiões e ausência de saneamento, desmatamento e desequilíbrio ecológico, o que revela uma busca por aprofundamento na compreensão do assunto, bem como sobre os impactos desses problemas no agravamento da proliferação dos escorpiões, o que para nós é um indicativo de pensamento crítico, reflexivo, na medida em que o grupo não limita o discurso a aspectos apenas conceituais, contemplando também outras dimensões socioambientais que condicionam o tema (TORRES; SOLBES, 2018; TORRES; MERCHAN, 2014). A abordagem de QSC exige pesquisa, o que é fundamental para a aquisição de conhecimentos contundentes que permitam a construção da criticidade.

Observando a imagem abaixo, percebemos a expressão por uma estudante de um ato-limite, entendido por Freire como possibilidade de superação de uma situação-limite constatada na sua realidade existencial, podendo gerar esperança, quando pautada nos ideais de justiça social e valores democráticos, na busca pela humanização. Observamos a construção de uma representação não elitista do/a cientista, traduzida por uma mulher negra, totalmente diferente das imagens estereotipadas que visualizamos nos livros didáticos, o que desconstrói, portanto, a imagem deformada/ vulgar da atividade científica, em que ela seria realizada apenas por uma minoria dotada de um intelecto superior, representada apenas por homens brancos. Estas crenças são consolidadas no imaginário popular e muitas vezes fortalecidas no âmbito acadêmico conforme apontam Nicot e Souza (2016), o que contribui para a rejeição das Ciências e Matemática no âmbito escolar. No entanto, a representação ainda traz uma imagem de ciência como algo apenas experimental, realizada em laboratório, o que é caracterizado pelos objetos colocados em volta do desenho, o que pode indicar uma visão de ciência individualista

quando fortalece o estereótipo de cientista solitário, repleto de equipamentos os quais não se esclarece a sua utilidade, bem como dotado por uma linguagem inacessível (NICOT; SOUZA, 2016). Conrado e Conrado (2016) constaram o predomínio de postura científicas presentes nos argumentos dos estudantes em discussões sobre QSCs. Nas aulas de Ciências a visão elitista e individualista, descontextualizada, a visão aproblemática e ahistórica ainda prevalecem, conforme destacam Andrade *et al.*, (2017). Vale ressaltar ainda que esta imagem de ciência representada no desenho mostra o tipo de conhecimento científico que a aluna pretende produzir, em uma ciência dura, a qual também representa um espaço de poder, que ela pode alcançar como mulher negra. Além disso, o nome cientista colocado em inglês pode mostrar ainda uma relação de distanciamento da estudante com a ciência representada na imagem, ainda que seja construída uma representação distinta do estereótipo de cientista. Ainda podemos observar a reprodução de uma imagem de cientista isolado/a da sociedade, produzindo conhecimento sozinho/a.

Figura 06. Desenho produzido por uma licencianda do curso de Pedagogia na disciplina Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais no semestre 2017.2.



Fonte: Arquivos da pesquisadora.

Ao pensarmos no processo de inclusão de gênero e classe nas atividades científicas, é interessante destacarmos o caso de Henrietta Lacks, a heroína negra não celebrada pela medicina e as suas células HeLa, o qual revela o racismo e o sexismo, respaldado na ciência, uma vez que a mesma era uma mulher negra e pobre que teve as células do colo do útero utilizadas para pesquisas sobre câncer sem seu conhecimento e consentimento, na primeira metade do século XX, nos Estados Unidos, no contexto de leis segregacionistas. As suas células

foram consideradas imortais, ao ser mantidas em condições ideais de laboratório e se multiplicarem inúmeras vezes, se mantendo vivas em meio de cultura, diferentemente de outras células, o que contribuiu e contribui para muitos benefícios sociais (PAIVA, 2019). Nesse sentido, Rosa e Silva (2015) ao analisar a posição de homens e mulheres em livros didáticos de física, observaram que as mulheres não são representadas na mesma proporção que os homens, o estudo revelou que a maioria das imagens associavam as mulheres ao trabalho doméstico e ao cuidado com o corpo, já os homens apareciam exercendo atividades ao ar livre e exercendo tarefas de cunho científico. Além disso, apenas 25% das imagens analisadas traziam as mulheres no âmbito da pesquisa científica. Entendemos que o ensino de Ciências precisa promover uma avaliação crítica dos impactos socioculturais que os discursos e práticas de alterização da ciência têm apresentado na promoção de visões estereotipadas das relações étnico-raciais e de gênero, o que contribui com o afastamento de pessoas comuns e principalmente de homens e mulheres negros/as da atividade científica. Discutir a negação de determinados espaços, as relações de poder ocultas entre ciência e sociedade, bem como aspectos éticos relacionados às questões étnico-raciais potencializa a construção de pensamento crítico. Ao refletirmos sobre o caso de Henrietta Lacks, observamos como os pressupostos apresentados por Auler (2002), ao analisar dimensões independentes sobre a não neutralidade da C-T, se fazem presentes na atividade científica, como: 1) A apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) resulta de decisões políticas; 2) O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência e 3) O aparato ou produto científico-tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedade ou de grupos sociais hegemônicos. Ainda nesse sentido, Silva e Ribeiro (2014) ao pesquisar as trajetórias de mulheres na ciência, nos discursos percebeu-se a negação do preconceito, e a existência de “brincadeiras” de cunho sexistas configurando episódios de preconceito de gênero. A necessidade de conciliar a profissão com as responsabilidades de cuidado de pais e filhos o que implicou em jornadas parciais de trabalho, e adiamento ou recusa em ter filhos. No artigo, as autoras deixam claro que as trajetórias destas pesquisadoras, são envolvidas por valores e padrões masculinos, que dificultam e direcionam a participação das mulheres na ciência.

Nesse panorama, lembramos a necessidade de desconstrução de uma imagem neutra da ciência, a qual endossa posições deterministas, tecnocráticas, que não reconhecem valores não epistêmicos na produção do conhecimento científico, impedindo uma práxis ampliada de participação em processos decisórios. Em suma, constatamos que o grupo alcançou níveis

importantes de pensamento crítico, no entanto, as relações CTSA poderiam ser mais problematizadas, discutidas, o que não foi observado nos materiais analisados.

Quanto à mobilização de elementos C-T-S-A, pudemos observar que, no script inicial, houve a mobilização dos seguintes conteúdos: O que são escorpiões, hábitos de vida, formas de alimentação, forma de reprodução, como é produzido o veneno pelo animal, conceito de saneamento básico, malefícios e benefícios do veneno, saneamento básico enquanto direito; prevenção de acidentes, influência do desmatamento, má disposição de lixo na proliferação do animal; papel do escorpião para o equilíbrio ecológico.

Na versão final do script, o grupo mobilizou aspectos importantes sobre o tema, abordando o papel dos escorpiões e a sua função para o equilíbrio ecológico; apresentou benefícios à saúde adquiridas a partir de estudos científicos para a sociedade, identificou fatores de risco que contribuem para a proliferação desordenada dos escorpiões; discutiu sobre a sua estrutura anatômica, formas de reprodução, se vivíparos, ovovivíparos ou por partenogênese, hábitos de vida; discutiu quais procedimentos devemos tomar em casos de picadas, bem como os mitos com relação a seus hábitos de vida, onde permanecem durante a noite e o dia, em quais lugares são encontrados; buscou discutir a responsabilidade da população bem como do governo com o saneamento básico; discutiu como a galinha pode ajudar no controle ao invés de utilizar venenos que prejudicam o meio ambiente. Os/as estudantes citaram esse método de controle de proliferação desordenada do escorpião, discutindo que, muitas vezes, utilizamos métodos pautados na ciência e na tecnologia, como inseticidas, enquanto existem métodos eficazes naturais ou menos prejudiciais à saúde humana e ambiental. Nessa perspectiva, o grupo questionou de alguma maneira o determinismo científico e tecnológico. O grupo também explicou como esses animais guardam o seu veneno, por que o têm, bem como a intensidade do mesmo de acordo com o tamanho da espécie; comentou sobre a plasticidade ecológica que esses animais possuem, ao se adaptarem em diferentes habitats, sobre suas formas de alimentação, justificando o motivo pelo qual o lixo é um atrativo para o animal; ressaltou também que algumas espécies podem se alimentar de escorpiões de outra espécie.

No quadro abaixo, elencamos os domínios CTSA articulados pelo grupo no início e final da disciplina a partir do script descritivo e de outros materiais elaborados pelo grupo, como forma de possibilitar a melhor visualização das conceituações discutidas, principalmente, dos avanços feitos pelo grupo.

Quadro 15. Componentes dos domínios CTSA articulados na QSC, no início e no final da disciplina, sobre o tema “Proliferação de Escorpião”.

Domínios	INICIAL	FINAL
Ciência	O que são escorpiões, hábitos de vida, formas de alimentação, reprodução, produção do veneno pelo animal.	O que são escorpiões, importância dos escorpiões e a sua função para o equilíbrio ecológico, hábitos de vida, formas de alimentação (canibalismo em algumas espécies), plasticidade ecológica, função da cadeia alimentar, como é produzido o veneno pelo animal; estrutura anatômica; evolução da espécie; predadores naturais; questionamento de práticas científicas e técnicas no controle da proliferação do animal.
Tecnologia	Saneamento básico.	Saneamento básico e o acesso por toda a sociedade; crítica ao uso de métodos científicos para o controle da proliferação do animal.
Sociedade	Malefícios e benefícios do veneno; saneamento básico enquanto direito; prevenção de acidentes.	Malefícios e benefícios do veneno; saneamento básico enquanto direito; prevenção de acidentes cuidados com as formas de descarte do lixo; formas de consumo do animal em diferentes culturas.
Ambiente	Má disposição de lixo na proliferação do animal.	Influência do desmatamento, má disposição de lixo na proliferação do animal; papel do escorpião para o equilíbrio ecológico.

Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos que, apesar do grupo mobilizar importantes conceitos científicos sobre o assunto, a mobilização de elementos entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente é tímida. Nesse panorama, acreditamos que se faz necessário o trabalho intenso na formação de professores de Ciências Naturais, com base na perspectiva CTSA, capazes de tornar explícitas as relações de poder e os interesses particulares envolvendo ciência e tecnologia (HODSON, 2018). Para o autor, o primeiro nível de um currículo voltado para a melhoria do letramento científico crítico seria o reconhecimento de relações CTSA. O grupo poderia ter problematizado um pouco mais a ideia de neutralidade da ciência em relação às causas da proliferação do aracnídeo e ações de combate (as quais focam nas ações individuais, sem um olhar crítico para os fatores ambientais que potencializam a proliferação desordenada do animal).

Analisamos também se os/as estudantes apresentavam atitudes favoráveis ao ativismo sócio-político nas suas propostas de ensino e em outros materiais analisados. Observamos que os/as estudantes citaram os seguintes objetivos de aprendizagem atitudinais para enfrentamento do problema: possibilitar aos/as alunos/as uma reflexão crítica acerca do problema do saneamento básico e, em consequência disso, do aparecimento de escorpiões, e desenvolver atitudes favoráveis ao cuidado com o lixo. Observamos, portanto, através do discurso, que, nesse grupo, foram geradas atitudes favoráveis ao ativismo sociopolítico. Classificamos essa disposição como favorável a uma atividade sociopolítica. Segundo Hodson (2011), esse tipo de ação envolve a tomada de consciência sobre a existência de determinado problema ou a necessidade de resolvê-lo, como, por exemplo, o reconhecimento da existência da proliferação

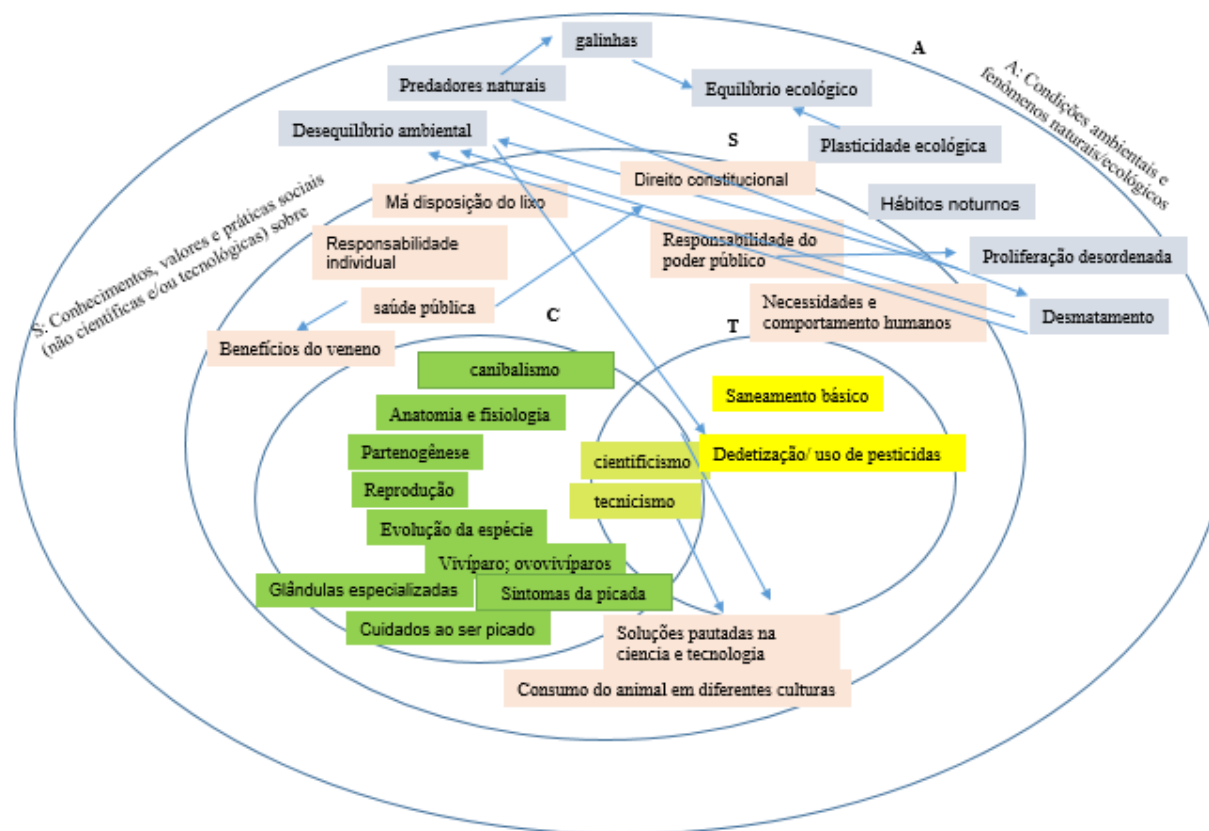
de escorpiões em Amargosa, potencializada pela ausência de saneamento básico adequado, desmatamento e má disposição do lixo.

No esquema abaixo, apresentamos os conhecimentos que foram acionados no decorrer da SD e suas relações com os domínios CTSA, sobre o tema “Proliferação de Escorpião”. A intenção, a partir desse quadro, é de possibilitar ao/à leitor (a) a visualização das relações estabelecidas pelo grupo, buscando discuti-las, diferentemente do que foi realizado no quadro anterior, o qual organiza essas relações, comparando-as no início e no final da disciplina, sem discutir as mesmas.

Assim, observamos que as relações CTSA estabelecidas refletem um pensamento complexo sobre o tema, superando uma visão biologizante sobre a QSC, na medida em que foi possível observar, nas análises e visualizar na imagem abaixo (Figura 07), a multiplicidade de aspectos analisados e relacionados pelo grupo a partir da problemática central, que foi a proliferação de escorpiões em Amargosa. Assim, os/as estudantes mobilizaram conceitos científicos importantes sobre o tema, criticaram o uso de métodos ineficientes e tecnicistas no controle da proliferação dos escorpiões, em detrimento da necessidade de controle do desmatamento e de ampliação de políticas de saneamento básico na região; citaram a possibilidade do uso de controle biológico dos escorpiões, através de determinadas aves; o uso comestível dos escorpiões em determinadas culturas; mitos relacionados a sua proliferação na região; benefícios do veneno e importância do animal na cadeia alimentar e no equilíbrio ambiental; responsabilidade do poder público e dos moradores no controle da proliferação do animal, por meio da devida exposição e destinação correta do lixo.

Figura 07. Esquema das inter-relações dos domínios CTSA articulados à QSC na fase inicial do script descritivo.

Figura elaborada com base nas configurações apresentadas por Bencze (2008), encontradas no *site*: <https://webpace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html> e por Conrado (2017) com base nas ideias de ator-rede, e nos conteúdos do currículo associados às QSCs e nos domínios C-T-S-A.



Fonte: Elaborado pela autora

Considerando a abordagem de QSC na perspectiva CTSA, é importante observar que, as relações estabelecidas alcançam o nível um e dois da alfabetização científica crítica (ACC) proposta por Hodson (2004), segundo este autor o desenvolvimento destes níveis envolve: Reconhecer as complexas interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, compreendendo que estas são construtos sociais passivos de interesses. Nível 2: Reconhecer os interesses que influenciam atividades científicas-tecnológicas. Queiroz, Conrado e Silva (2019), ao analisar as relações CTSA de licenciandos sobre o tema polinização, constataram que houve baixa frequência da mobilização de relações de alta complexidade (quando o estudante mobiliza todos os domínios CTSA em conjunto) e ausência de tomada de decisão sobre a QSC. Neste grupo, observamos poucas mobilizações (12) de média complexidade, ou seja, os grupos mobilizaram alguma relação entre os domínios CTSA, presença de poucas relações de baixa complexidade (5) e apenas uma (1) relação de alta complexidade, bem como ausência de indicativos para a agir diante do problema.

3.4.2 Grupo C: Desmatamento e seca do Rio Jiquiriçá: Efeitos socioambientais para diferentes grupos sociais

Analisando o grupo que abordou o tema: **Desmatamento e seca do Rio Jiquiriçá: Efeitos socioambientais para diferentes grupos sociais**, com relação à primeira unidade de análise, que se refere à apropriação da abordagem QSC (caso controverso, questões norteadoras, objetivos de aprendizagem), consideramos que os elementos centrais para a constituição da QSC não foram apresentados de maneira satisfatória. O caso apresentado no script inicial apresentou uma controvérsia, ligada aos variados interesses pelo desmatamento e pela preservação da região do Vale do Jiquiriçá, que consideramos positiva, uma vez que um enredo que aborda diferentes pontos de vista e interesses sobre um tema torna mais interessante a abordagem do caso em sala de aula. Segundo Zeidler *et al.*, (2005), além de permitir a aproximação com diferentes percepções e pontos de vista sobre o problema, o caso deve possibilitar a aproximação do tema controverso à realidade dos/as estudantes, contribuindo para o seu engajamento. Zeidler *et al.*, (2005) discutem o papel das emoções no raciocínio informal sobre QSC, sendo que, em seus estudos, os/as participantes exibiram ativamente sentimento de empatia em relação a personagens fictícios descritos em cenários envolvendo amigos/as, familiares e conhecidos/as, vivenciando situações atinentes a esses cenários.

Quanto aos objetivos de aprendizagem elencados na versão inicial do script, observamos que os mesmos abrangiam apenas questões centrais sobre o tema, sem uma pretensão em aprofundar aspectos do problema de maneira crítica. Assim, essa versão envolveu as causas do desmatamento e o conceito de mata ciliar. Os objetivos procedimentais se limitaram a identificar as causas do desmatamento na região e os atitudinais foram mais amplos, apresentando aspectos como: despertar nos/as alunos/as o interesse por ações como o reflorestamento; conhecer e participar de ações de preservação e combate ao desmatamento; e desenvolver pensamento crítico e político acerca do problema causado pela degradação ambiental. É válido ressaltar que, embora o grupo tenha elencado objetivos procedimentais, não foi observado, no script, o momento em que os/as estudantes, de fato, identificariam as causas locais do desmatamento. No entanto, essas causas foram discutidas pelo grupo no script descritivo. Gostaríamos de salientar que os/as alunos/as foram orientados/as, na elaboração das questões norteadoras e dos objetivos de aprendizagem, a buscarem manter a coerência entre esses dois elementos e o caso. No entanto, nem sempre essa coerência foi mantida, em especial quando tratávamos da elaboração dos objetivos procedimentais, uma vez que os/as estudantes possuíam dificuldades em se apropriar dessa perspectiva teórico-metodológica. Aliado a isso, os/as estudantes confundiam a confecção dos objetivos procedimentais, elaborando-os sempre na perspectiva do/a professor (a) e não dos/as alunos/as. Consideramos esse efeito como reflexo da educação tradicional e conteudista que ainda permeia os espaços de formação de professores/as, sendo necessárias, portanto, intervenções que problematizem essa tendência, em direção à construção de práticas de ensino dialogadas e promotoras da autonomia dos/as estudantes. Durante as correções dos scripts, tivemos a oportunidade de levar os/as estudantes à reflexão sobre a necessidade de pensarmos práticas pedagógicas que ponham os/as alunos/as como seres pensantes, cognoscentes, mas, ainda assim, detectamos ainda muitos erros na elaboração desses objetivos, uma vez que os/as estudantes sempre elaboravam objetivos de ensino, e não de aprendizagem. Os objetivos de aprendizagem citados na versão final do script pelos/as estudantes foram os seguintes:

Conceituais: analisar os impactos socioambientais que o desmatamento e as queimadas vêm causando no meio ambiente no vale de Jiquiriçá, como também na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica; refletir sobre as grandes áreas agrícolas e industriais que vêm causando desmatamento na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica; analisar os principais fatores que causam o desmatamento; compreender os conceitos trazidos no caso e fazer com que os/as alunos/as percebam os reais impactos que o desmatamento pode causar; compreender qual a função da mata ciliar e sua importância para a

manutenção do ecossistema; compreender as regras do código florestal e os interesses políticos e econômicos que levaram à sua aprovação; reconhecer a importância dos conhecimentos tradicionais e científicos para a preservação da natureza.

Procedimentais: analisar a relação entre desmatamento e agronegócio; construir argumentos sobre a importância da mata para a produção de água; identificar fatores políticos e econômicos que interferem no desmatamento.

Percebemos, neste caso, que apesar dos objetivos procedimentais estarem descritos do ponto de vista dos/as alunos/as, os mesmos não são suficientes para o alcance de uma abordagem de ensino de fato contextualizada com os pressupostos teóricos adotados nesta pesquisa. No entanto, consideramos a menção ao agronegócio, bem como a fatores políticos que estão envolvidos no desmatamento, como o início de uma abordagem que se pretende crítica e reflexiva. Salientamos, entretanto, que isso, em parte, deve-se ao fato de que, devido ao público ao qual estaria sendo direcionada a sequência didática, muitos grupos sentiam a necessidade de delimitar o tema de acordo com a faixa etária e série dos/as alunos/as.

Atitudinais: despertar no aluno interesse por ações como o reflorestamento; conhecer a importância de ações para a preservação e combate ao desmatamento; reconhecer o papel da floresta para a população que vive nela; desenvolver pensamento crítico e político acerca do problema causado pela degradação ambiental; reconhecer a necessidade de controlar o desperdício de água.

Percebemos, nesse caso, que entre os objetivos atitudinais surgem também objetivos de cunho conceitual. Os objetivos atitudinais que foram citados apresentam um potencial significativo, tendo em vista a formação moral e ética dos/as estudantes. No quadro 16, abaixo, apresentamos os objetivos de aprendizagem abordados pelo grupo observados nas versões inicial e final do script descritivo.

Quadro 16. Componentes das dimensões CPA articuladas no processo de elaboração e apresentação da QSC no início e no final da disciplina, sobre o tema Desmatamento.

DIMENSÕES DO CONTEÚDO	SCRIPT INICIAL	SCRIPT FINAL
CONCEITUAIS	Função da mata ciliar, fatores que causam desmatamento, código florestal; importância ambiental da Mata Atlântica e da Floresta Amazônica.	Função da mata ciliar (filtração da água, evitar o assoreamento do rio, manter a qualidade da água, amenizar impacto das chuvas no solo, favorecendo o escoamento da água) fatores que causam desmatamento (mineração, agronegócio, agricultura, agropecuária, urbanização), código florestal; importância ambiental da Mata Atlântica e da Floresta Amazônica; Impactos socioambientais das queimadas e do desmatamento na região (impactos no solo e biodiversidade, impactos da agricultura e indústria no desmatamento); regras, limitações e interesses particulares do código florestal; importância dos conhecimentos

		científicos e tradicionais para a preservação da natureza; relação entre desmatamento e surtos de arboviroses; conceito de Agrofloresta como forma de integração entre floresta e agropecuária/ agricultura; importância da Mata atlântica para o Brasil (clima, solo, biodiversidade, cultura); desmatamento na Amazônia x interesses particulares; rios voadores, estabilidade do clima; processo de evapotranspiração e ciclo da água.
PROCEDIMENTAIS	Investigar as causas do desmatamento.	Analisar a relação entre desmatamento e agronegócio; construir argumentos sobre a importância da mata para a produção de água; identificar fatores políticos e econômicos que interferem no desmatamento.
ATITUDINAIS	Despertar interesses por ações de reflorestamento e de combate ao desmatamento; reconhecer o papel da floresta para as comunidades; desenvolver pensamento crítico, combater o desperdício de água.	Despertar no aluno interesse por ações como o reflorestamento; conhecer a importância de ações para a preservação e combate ao desmatamento; reconhecer o papel da floresta para a população que vive nela; desenvolver pensamento crítico, político acerca do problema causado pela degradação ambiental; reconhecer a necessidade de controlar o desperdício de água; reconhecer a importância das Matas Atlântica e Amazônica para a humanidade e para os animais; reconhecer o potencial da Agrofloresta na criação de animais e produção de alimentos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os/as estudantes apresentaram grandes evoluções no decorrer do curso, a partir da terceira versão do script descritivo e ao final, construindo uma QSC que atendia em grande parte aos critérios de avaliação preestabelecidos durante a pesquisa. O grupo apresentou um caso controverso sobre o tema, o que é importante do ponto de vista didático, uma vez que, por meio do caso controverso, pode-se explicitar diferentes pontos de vista, interpretações, crenças e juízos de valores sobre o problema, além de permitir a aproximação dos/as estudantes com o tema, incentivando o engajamento para o estudo do caso (ZEIDLER *et al.*, 2005; CONRADO, 2017).

As questões norteadoras permitiram inicialmente a não subutilização do caso e, em seguida, no decorrer da discussão da QSC, a mobilização de diferentes análises sobre os mais variados aspectos da QSC, direcionando a atenção dos/as estudantes para a natureza do problema a ser trabalhado (RATCLIFFE, 1996; CONRADO, 2017). As primeiras questões norteadoras elaboradas pelo grupo permitiriam a utilização do caso, buscando acessar conhecimentos prévios dos/as alunos/as, bem como as primeiras interpretações e pontos de vista sobre o tema. As demais questões permitiriam a discussão de aspectos centrais sobre o tema, mas não eram questões de natureza muito reflexiva, pois apresentavam mais cunho retórico. No entanto, consideramos que foi possível, a partir delas, alcançar resultados importantes para a formação científica e crítica dos/as alunos/as. Não foram elaboradas questões norteadoras na versão inicial do script descritivo, o que já foi constatado a partir da segunda versão do script, a saber: Vocês concordam com a atitude de Francisco ou João? Por quê? Quais fatores

ocasionam o desmatamento? A falta de água está relacionada com o desmatamento? É possível desmatar sem causar impactos ambientais? É possível desmatar sem causar malefícios para a sociedade? O que é essa mata ciliar? Qual sua função? Será que existe uma maneira de explorar as matas sem destruí-las? Quais são as principais causas da falta de água? O que é código florestal? Qual a importância das matas para a qualidade das águas? As questões norteadoras apresentadas permitem utilizar o caso, no entanto, as mesmas apresentam pouca capacidade de acionar processos reflexivos.

Na versão final do script, questões interessantes foram adicionadas, a saber: Qual a relação da tecnologia com o desmatamento? Quem consome mais água na sociedade? Quais os princípios políticos e econômicos defendidos pelo código florestal? É importante salientar que, embora tenha havido dificuldade em elaborar as questões norteadoras, a discussão da QSC não foi limitada à elaboração prévia dessas questões. Assim, detectamos a presença de reflexões críticas sobre variados aspectos do tema, evidenciadas no script e na fala dos/as integrantes do grupo. Uma das integrantes do grupo emitiu sua opinião sobre a metodologia adotada na disciplina, como poderemos observar a seguir:

A proposta de hoje é a confecção de um caso, a partir da temática encontrada na entrevista, a qual é desmatamento, sendo de extrema importância para a nossa formação a qual se dá de maneira continuada, sendo um processo adquirido ao longo do semestre. (GRUPO C).

Quanto à elaboração da questão sociocientífica, ela se deu até o momento em que não conseguia ter o entendimento sobre o quanto a ciência abrange diversos conteúdos, pois só conseguia pensá-la através de um tema relacionado a natureza e laboratório. Após as aulas e durante o processo de elaboração fui percebendo o quanto ela é ampla e daí então foi se tornando mais fácil (GRUPO C).

Observamos que o conjunto das questões acima permite a mobilização de conceitos importantes no que tange à formação crítica e humanística a partir do tema, mostrando a potencialidade que o mesmo possui em mobilizar essas dimensões que muitas vezes são negadas ao ensino de Ciências Naturais. O tema apresenta uma alta complexidade, atendendo às necessidades formativas para o professor de Ciências Naturais, indo além da formação conceitual desinteressada da realidade em que vivem esses/as alunos/as. Nessa perspectiva, o tema tem o potencial de despertar um ativismo sociopolítico e discussões acerca de mudanças de posturas com relação a hábitos alimentares que possam vir a potencializar os efeitos do desmatamento, contribuindo, portanto, para a formação do pensamento crítico dos/as estudantes.

Tendo em vista o contexto socioambiental brasileiro, faz-se necessária a discussão de temas existentes na realidade que envolvem aspectos ambientais, científicos, tecnológicos e sociais. O ensino de Ciências deve estar atento para preparar os educandos para resolverem

problemas da sua realidade, entendendo-a e intervindo nela (SANTOS, 2009; VISSICARO; FIGUEIRÔA; ARAÚJO, 2016; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012). Segundo von Linsingen (2018), a Educação em Ciências e Tecnologia contribui de maneira significativa para a formação de uma sociedade democrática, uma vez que, à medida que temas de interesse local vão surgindo, incorporam-se saberes tradicionais, da realidade regional, a partir da experiência. Com isso, esses saberes vão sendo reconhecidos como válidos, “diminuindo a distância, e reduzindo a verticalidade nas relações de saber/poder, a percepção de neutralidade da ciência e de autonomia da tecnologia” (VON LINSINGEN, 2018, p. 11). Freire (1996) defende que educar exige apreensão da realidade, sendo que, para o autor, devemos aprender não apenas para nos adaptar, mas para modificar a realidade, para intervir nela, recriando-a. Segundo Vissicaro, Figueirôa e Araújo (2016), em pesquisa com QSC a partir do tema “água” nos anos iniciais do ensino fundamental, foi possível o alcance de pensamento crítico dos estudantes do ensino fundamental. No entanto, os autores apontam desafios para o/a professor (a) polivalente, os quais demandam uma formação ampla e profunda sobre questões sociocientíficas da atualidade.

Silva e Strieder (2017, p. 18), ao abordar o tema água, na perspectiva CTS, destacam as seguintes contribuições: “relações entre o conteúdo científico escolar e a realidade dos alunos; reflexões sobre as contradições e relações de poder envolvidas na questão da falta de água no bairro; e a realização de ações de intervenção na realidade”. Complementando esses achados, de acordo com os dados apresentados pela nossa pesquisa, observamos a grande potencialidade que o tema possui para a formação científica dos/as estudantes, tendo em vista que foi possível mobilizar conteúdos essenciais para a formação em Ciências Naturais do pedagogo, desde aspectos epistemológicos referentes à produção do conhecimento científico e tecnológico, até aspectos políticos e econômicos que envolvem o desmatamento no Brasil.

Quanto à apropriação da perspectiva freireana, na versão inicial do script, foi possível observar uma pequena aproximação, uma vez que o grupo buscou encontrar um tema significativo na comunidade local, procurando analisar contradições existenciais vividas pela comunidade com relação ao tema, quanto ao desmatamento e seus efeitos na disponibilidade da água, bem como os principais responsáveis pela seu consumo e poluição. Poderemos observar uma tentativa de discussão destes aspectos, no fragmento a seguir:

De acordo com as respostas das crianças faremos algumas intervenções a respeito da falta de água, do desperdício, da importância da preservação dos rios, da relação entre rio e matas ciliares e faremos uma ponte para uma abordagem mais crítica sobre o código florestal e quais os princípios ecológicos, econômicos e políticos que ele defende. Quem são os maiores responsáveis pela degradação do meio ambiente e por que essas pessoas fazem isso (GRUPO B).

O grupo buscou, de maneira bastante incipiente, se aproximar dos conhecimentos prévios dos/as alunos/as, utilizando linguagem apropriada, utilizou diferentes recursos didáticos (imagens, vídeos, maquete) e adotou postura de empatia à situação dos/as alunos/as, na medida em que o grupo parte de uma problemática que afeta diretamente a saúde e o bem-estar social dos/as alunos/as e sua comunidade, apresentando-se disponíveis para o diálogo. Trazemos para a discussão a fala de Freire (1996), ao afirmar que ensinar exige querer bem aos/às educandos (as), o que expressa a necessidade de afetividade na relação educador (a) educando (a), ciente de que a afetividade não se acha excluída da cognoscibilidade. Kahn e Zeidler (2016) consideram a dimensão da empatia, se importar como os outros sentem ou percebem determinado problema são elementos que refletem a tomada de posição e que contribuem com o desenvolvimento cognitivo.

Na última versão do script, pode-se observar, de acordo com critérios preestabelecidos, a apropriação de mais aspectos relacionados à pedagogia freireana. A partir do script, o grupo faz questionamentos aos/às estudantes, procurando se aproximar dos seus conhecimentos prévios, e contextualiza o assunto, não só citando o problema que existe no contexto, mas, de fato, aprofundando a discussão das contradições, desigualdades e condições desumanas em que vivem determinados grupos sociais, a partir da problemática estudada (SANTOS, 2009; FREIRE, 1996). Percebe-se também uma linguagem apropriada ao contexto da sala de aula, favorecendo a aproximação à linguagem formal, como podemos observar no fragmento a seguir retirado da versão final do script:

[...] Aproximadamente abriga 849 espécies de aves, 370 espécies de anfíbios, (Aphi – significa dos dois lados/ Bio- vida- descrever no quadro) quem sabe o que é um anfíbio? são espécies que podem viver tanto na água quanto na terra, por isso o significa vida dos dois lados (Grupo C).

[...] E vocês sabem porquê tem esse nome de “mata ciliar”? Esse nome vem do fato de serem tão importantes para a proteção de rios e lagos como são os cílios para os nossos olhos (Grupo C).

Freire (1996, p.47) discute a influência ideológica da linguagem, a qual, ao ser utilizada sob uma ideologia de opressão, “poderá penumbrar ou opacizar verdades, ao mesmo tempo que nos torna míopes”. Assim, apresentar de maneira clara os sentidos das palavras pode permitir uma melhor compreensão dos conceitos científicos, aproximando os estudantes da ciência, contribuindo, ainda, para diminuir a distância entre a ciência produzida nos laboratórios e a sua aplicabilidade prática. Pode contribuir também para diminuir a verticalidade nas relações de saber/poder, as quais distanciam as pessoas comuns da ciência e tecnologia, endossando modelos de decisões tecnocráticos e outros mitos que colocam a ciência em um pedestal

epistemológico com relação a outros saberes e outras formas de explicar a natureza (SANTOS, 2009; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

Observamos também que o grupo utiliza diferentes recursos didáticos como: imagens, vídeos, o próprio caso, leitura e discussão de reportagens sobre o assunto, jogos e construção de maquete para exemplificar o papel da mata ciliar na produção e manutenção da qualidade da água, bem como os fatores que causam o desmatamento, permitindo a construção de diferentes possibilidades de compreensão do assunto. O grupo realizou um experimento no qual era possível observar o papel da mata ciliar na manutenção da qualidade da água e na filtração da água pelas raízes da vegetação (Figura 08).

Figura 08. Maquete construída para demonstrar a importância da mata ciliar na produção e filtração da água.



Fonte: Arquivos da pesquisadora.

O grupo problematizou a visão elitista do/a cientista, discutindo que todos podem também ser cientistas, com isso encorajando os/as estudantes por meio da desconstrução da imagem do/a cientista como um ser humano sábio e incrivelmente genial. Acreditamos que esse tipo de desconstrução é algo crucial para o ensino de Ciências, pois permite a construção de um espírito crítico com relação à própria ciência e ao cientista, algo que Freire (1997; 1995, 1996) vinha discutindo em suas obras acerca das relações de poder e interesses que envolvem a ciência, o cientista e a sociedade. Encorajar os alunos é apoiar a vocação ontológica do ser humano em ser gente, pois, como afirma Freire (1997), faz parte do processo de humanização do homem e construção da curiosidade epistemológica. O grupo incentiva os/as estudantes na busca de informações, por meio de leitura de textos e reportagens, busca também construir uma reflexão profunda sobre o tema, discutindo os responsáveis pelo desmatamento, em escala local e global. No entanto, o grupo mantém uma imagem neutra da ciência e da tecnologia, como poderemos observar no fragmento a seguir, retirado da versão final do script descritivo:

A tecnologia é outro fator que influencia no desmatamento e na falta de água. Vocês imaginam como a tecnologia está ligada a esses fatores? A tecnologia está sempre evoluindo o que contribui para que máquinas estejam cada vez mais inovadas facilitando assim a ação humana contra a natureza, é importante esclarecer que a

tecnologia não é ruim, só é preciso fazer o uso consciente dela para que não gere malefícios, a ciência ela tem um grande papel no aperfeiçoamento tecnológico (GRUPO C).

Observando a fala apresentada acima, constatamos uma visão de que a ciência e a tecnologia são neutras, pois passa a ideia de que ambas são apenas artefatos cuja produção é livre de valores e que o problema seria apenas o uso que se faz deles. Observamos também o predomínio de uma visão negativa em relação à tecnologia e principalmente sobre o que ela de fato é, fazendo-se necessária a compreensão sobre a existência de uma epistemologia da tecnologia, a qual determina, em grande medida, o seu uso, o qual não depende unicamente de juízos de valor. É interessante observar, ainda, que a passagem “A tecnologia está sempre evoluindo o que contribui para que máquinas estejam cada vez mais inovadas facilitando assim **a ação humana contra a natureza** (grifo nosso)”, pode indicar uma visão de que a tecnologia não tem benefícios, negando todas as modificações positivas já alcançadas por ela. Na passagem em que o grupo afirma que “a ciência ela tem um grande papel no aperfeiçoamento tecnológico”, pode indicar a percepção da tecnologia apenas como aplicação da ciência, enquanto que a mesma tem a sua própria ontologia, é influenciada por valores e interesses particulares, não sendo autônoma aos interesses humanos, devendo-se, portanto, reconhecer a relação de mutualidade entre C e T, sintetizada na denominação tecnociência (PALÁCIOS *et al.*, 2003).

Quando consideramos a tecnologia como ciência aplicada, estamos reforçando um possível caráter neutro da ciência, pois, assim, os cientistas não poderiam ser responsabilizados pela sua aplicação prática. Essa responsabilidade deveria ser daqueles que fazem o uso da ciência aplicada, a tecnologia (PALÁCIOS *et al.*, 2003). Essa forma de ver a tecnologia chama-se imagem intelectualista da tecnologia. Nesse sentido, é importante ressaltar que “o tecnológico não é só o que transforma e constrói a realidade física, mas também o que transforma e constrói a realidade social, sendo esta um sistema e não um artefato” (PALÁCIOS *et al.*, 2003, p. 44).

Os/as estudantes também problematizaram o uso do conhecimento tradicional pela ciência, discutindo a sua legitimidade e valorização para o enfrentamento de problemas ambientais, bem como questionando a superioridade da ciência com relação a outros saberes, como podemos observar no fragmento abaixo, retirado da versão final do script descritivo:

O conhecimento tradicional que não é valorizado pela ciência, mas, no entanto, se beneficiam desse saber, utiliza-se dele para se destacar perante a sociedade, pois quando esse saber está na mão da minoria ele não é valorizado e reconhecido, mas quando passa a ser manipulado por uma marca aí sim esse conhecimento passa a ser respeitado socialmente. O saber tradicional ou popular geralmente é utilizado por

peças mais velhas ou índios que repassam esse saber a cada geração, fazendo com que não deixe de existir (GRUPO C).

O conhecimento científico se sobrepõe ao conhecimento tradicional, pois os conhecimentos tradicionais não são valorizados, por ser advindos dos saberes populares. Na minha opinião, não existe conhecimento superior ou inferior (porém se houvesse a aceitação e a junção para que ambas trabalhassem juntas, muitas questões já estariam resolvidas). (GRUPO C).

É interessante observar a visão crítica com relação à importância e à legitimidade do conhecimento tradicional, bem como quanto à não superioridade da ciência com relação a esses saberes. Segundo Baptista (2010), faz-se necessária a discussão sobre um ensino de Ciências que não supervalorize a ciência em detrimento dos saberes tradicionais dos/as próprios/as alunos/as. De acordo com Cobern (2004), é importante que haja a demarcação de saberes no ensino de Ciências, e não a anulação de seus saberes, já que os alunos devem compreender os conceitos científicos, os dominar, sem tê-los como válidos e verdadeiros em suas vidas. O ensino de Ciências deve estar comprometido com o pluralismo epistemológico na medida em que os/as alunos/as não devem ver a ciência como única forma de explicar a natureza, desconfiando dela, dos seus produtos e intenções, combatendo, dessa forma, o cientificismo, ao mesmo tempo em que em que reconheçam outras formas de produção de conhecimento e de explicação da natureza. Segundo Baptista (2010, p. 687), “deve haver oportunidades para que os/as estudantes delimitem, isto é, reconheçam os domínios particulares do discurso em que as suas concepções e as ideias científicas tenham - cada qual no seu contexto - alcance e validade”. Segundo Freire (1995; 1996), o processo educativo deveria valorizar os saberes vivenciados na prática social, os saberes da cultura popular, trazendo para o debate a questão epistemológica da legitimação social do saber popular que tem sido historicamente negada.

Ainda sobre a perspectiva freireana, uma integrante do grupo faz uma excelente reflexão, como podemos observar a seguir:

É necessário pensarmos no processo de reflexão-ação que Paulo Freire traz, para refletir qual sociedade queremos. Uma sociedade desigual, individualista, onde cada um corre atrás dos seus próprios interesses, com melhorias de vida para si. Ou uma sociedade que seja acessível a todos, em que todos juntos lutem pelo bem comum, e por uma única causa, o bem-estar social e ambiental, pois só estaremos bem socialmente quando o ambiente estiver equilibrado. Podemos pensar também sobre a escola que temos, individualista, discriminatória e excludente e nas transformações que nós enquanto professores podemos promover com um ensino de Ciências que vise refletir acerca das degradações do meio ambiente (do que tínhamos e do que cada vez mais se perde) com o desmatamento, com a falta de saneamento, com a perda de biodiversidade, falta de alimentos orgânicos, produção desenfreada de lixo, entre outros. E relacionar porque em pleno século XXI ainda somos prejudicados, porque a ciência e a tecnologia ainda não descobriram uma forma de solucionar todos esses fatores e os prejuízos trazidos para a nossa sociedade. É importante enfatizar quais são os interesses existentes por trás desses fatores, quais os reais interesses econômicos? E quem lucra? O ensino de Ciências deveria esquecer mais os livros

didáticos e priorizar um ensino que desperte no aluno um pensamento crítico-reflexivo (Integrante do Grupo C).

Vale destacar ainda, no fragmento acima, a visão redencionista, cientificista, atribuída à ciência pela integrante do grupo. Assim, mesmo diante de um discurso tão crítico, a ciência ainda é vista como redentora, capaz de solucionar todo e qualquer problema da humanidade, isto é, considerando ciência e tecnologia como suficientes, e desconsiderando o papel e a contribuição de outros setores da sociedade, como, por ex: a própria cultura, hábitos e valores de uma comunidade. Essa ideia ignora o pressuposto de que existem relações sociais que concebem ciência e tecnologia, determinando seu direcionamento, função e impactos na sociedade (AULER, 2003). O cientificismo envolve a valorização extrema da ciência, vendo-a como única forma de entender os fenômenos da realidade (CONRADO; CONRADO, 2016; CONRADO, 2017)

Vale ressaltar, ainda, a menção ao livro didático feita pela integrante do grupo, quando diz ser necessário “esquecer mais o livro didático e priorizar um ensino que desperte no aluno um pensamento crítico-reflexivo”. Assim, acreditamos que o livro didático é uma ferramenta importante para o trabalho do professor, que subsidia os processos de ensino e aprendizagem, no entanto, a prática pedagógica comprometida com os problemas da realidade existencial precisa ser construída a partir do olhar crítico também para o contexto e suas contradições, tendo o livro didático como apoio. Considerando que as abordagens CTSA ainda são escassas no livro didático conforme explicita Maestrelli e Lorenzetti (2017), mesmo sendo necessário o destaque destas relações nos livros didáticos de Ciências, conforme salienta Magid Neto e Fracalanza (2003, p. 156), faz-se necessário a implementação de outros materiais de apoio ao trabalho do professor que atenda às diretrizes e orientações curriculares oficiais, “levando em consideração os resultados e contribuições das pesquisas educacionais, bem como o contexto histórico e a diversidade cultural dos alunos”.

Neste panorama de emergência socioambiental, faz-se necessário discutir a percepção ampla sobre si, sobre o papel individual que devemos ter, pelo bem comum, pelo ambiente equilibrado. Ao mesmo tempo, é necessário ampliar a compreensão dos fatores causadores da degradação ambiental, abrangendo diferentes setores da sociedade, inclusive a ciência e a tecnologia, o que é de suma importância, uma vez que sabemos que é preciso a união entre ambiente, indivíduo e política para que possamos, de fato, construir uma sociedade sustentável. Observamos uma visão do papel da escola e do ensino de Ciências que dialoga com concepções progressistas e críticas de educação, ao considerar o papel do ensino e da escola na reflexão

engajada, comprometida e crítica sobre as contradições e os valores que permeiam esse espaço e as vidas dos/as educandos/as. Se na escola não buscamos construir valores condizentes com o bem-estar social e ambiental, teremos que ser esperançosos/as de que outros espaços o façam, ao seu modo. Resta-nos, então, investir em propostas de formação que estejam comprometidas com o papel da escola e do ensino de Ciências na construção de espaços de reflexão-ação críticos, engajadores e preocupados com o ambiente. Nessa perspectiva, lembramos dos argumentos de Pedretti (2014), quando afirma que é preciso alinhar o trabalho com educação ambiental e o ensino de Ciências, reconhecendo o conhecimento tradicional, a fim de promover uma educação ambiental mais justa e orientada para a ação, desafiando tendências em que há o predomínio de visões acríticas, como a reprodução do conhecimento e verdades não problemáticas. Acreditamos que seja necessário desconstruir mitos que possam validar e legitimar concepções científicas acríticas e fragmentadas sobre os problemas socioambientais e, ao mesmo tempo, construir pontes com outros tipos de conhecimentos, igualmente válidos e, portanto, capazes de auxiliar em tomadas de decisões frente a problemas que impactam na vida em sociedade.

Percebemos também a construção de concepção ampla, progressista e crítica de educação ambiental no fragmento apresentado pela integrante do grupo. É interessante notar que, contrariamente a essa visão crítica, temos a concepção biologizante de educação ambiental. Leff (2001) considera esse processo como sendo fruto de uma ecologização do pensamento em torno da natureza que desagua na definição reducionista de meio ambiente como sendo somente as relações ecológicas entre plantas, animais e fatores físicos e químicos. Essa visão naturalista leva ao reducionismo, que compartilha com o modo de pensar cartesiano a separação entre homens/mulheres e natureza. A ciência moderna, mediada pela técnica, consagra a separação entre subjetividade e natureza. Assim, o meio ambiente é visto apenas como um fim para a satisfação pessoal e deleite do ser humano, e por isso deve ser dominado (TREIN, 2007). Freire (1921) faz uma reflexão interessante acerca do processo de conscientização crítica e a utopia, a qual é resultado da denúncia das situações de opressão vivenciadas e anúncio de sua superação. Para o autor, “o utópico não é o irrealizável; a utopia não é o idealismo, é a dialetização dos atos de denunciar e anunciar, o ato de denunciar a estrutura desumanizante e de anunciar a estrutura humanizante. Por esta razão, a utopia é também um compromisso histórico” (p.23). Assim, mesmo entendendo o quanto enraizado em nossas relações estão essas concepções de natureza, acreditamos que é possível romper com esta relação entre homens/mulheres e natureza, tendo em vista o bem-estar da biosfera.

Consideramos que o grupo alcançou de maneira satisfatória a apropriação de pressupostos freireanos, contribuindo para a construção de um plano de ensino reflexivo, crítico e com respaldo científico. Ressaltamos, ainda, a necessidade de aprofundamento das relações CTSA, no que diz respeito à crítica à não neutralidade da ciência, bem como à superação de visões redencionistas sobre a ciência e a tecnologia, na busca pela superação de mitos, por meio da reflexão crítica sobre seus desdobramentos na sociedade (BAZZO, 2016). Para Bazzo (2016) é preciso promover no contexto da alfabetização científica e tecnológica que supera visões redencionistas da ciência, a visão linear de que ciência e tecnologia se traduzem em bem-estar social e felicidade, bem como os impactos trazidos a diferentes grupos sociais pelo desenvolvimento da ciência e tecnologia. Para esse autor, é preciso que tenhamos consciência dos danos irreversíveis da C e T para a biosfera, por isso torna-se necessário buscar meios de reduzir os impactos destas inovações à vida na Terra.

Quanto à construção de pensamento crítico, o qual analisamos, conforme quadro 05, observamos que, na versão inicial do script, poucos momentos de reflexão foram apresentados pelo grupo, o qual possuía ainda uma visão um pouco ingênua acerca do tema, bem como dos fatores políticos e econômicos que condicionam e intensificam o avanço do desmatamento.

Analisando a última versão do script, observamos que, em vários momentos, ocorreram tentativas de expressão crítica, questionamento e reflexão sobre a questão sociocientífica, como podemos observar na seguinte fala: “Realmente, o livro traz tudo muito reduzido, se tem falta de água, o problema é na Embasa. E realmente não mostra quem são os grandes causadores do problema” (GRUPO C). Essa fala indica um sinal de pensamento crítico, ao mencionar outras possíveis causas do desmatamento, bem como ao denunciar a perspectiva reducionista presente nos livros didáticos. Concordamos com Torres e Solbes (2018), quando defendem que, para desenvolver o pensamento crítico, o indivíduo precisa estar bem informado e não se limitar a discursos dominantes.

O grupo elenca alguns fatores como causadores do desmatamento, discutindo aspectos políticos e econômicos que subjazem esse problema no Brasil, como podemos observar na afirmação a seguir:

São vários os fatores que ocasionam o desmatamento, mas o principal deles é o econômico, pois existem algumas madeiras de valor comercial, as quais são exploradas sem que haja reflorestamento, como também para utilização do solo para criação de animais, para agricultura, a mineração e entre outros, pois todos esses fatores contribuem para o desmatamento. Um dos principais motivos do desmatamento é o uso desse espaço para criação de gado, que precisa desmatar para fazer pastos, para a monocultura que é o cultivo de apenas um alimento como por exemplo o plantio soja, arroz, feijão, milho etc. e as indústrias (GRUPO C).

Conforme Santos *et al.*, (2017) e Arrais, Mariano e Simonassi (2012), é crescente o desmatamento no Brasil, o qual é alavancado por atividades de origem antrópica, como o agronegócio, a agricultura, a pecuária (FARIAS *et al.*, 2018), trazendo sérias consequências para a biodiversidade, o clima e o solo.

Além de apontar os maiores consumidores de água e responsáveis pelo desmatamento, o grupo questionou o papel do pequeno agricultor nesse processo, sem, no entanto, deixar de lado a responsabilidade individual que devemos ter com relação ao uso da água, como podemos observar no fragmento abaixo:

O pequeno produtor também faz plantios, o que acarreta em consumo de água, porém ele não é o principal responsável pelo consumo excessivo, pois o agricultor familiar possui uma pequena área de plantação, sendo assim o maior consumo vem das plantações em larga escala, fator esse que a mídia não esclarece, mas nem por isso podemos deixar de nos conscientizar quanto ao uso da água em nossas casas. Assim, percebemos que a falta de água não acontece apenas no consumo de casa, porém envolve outros fatores, como a agricultura e o desmatamento (GRUPO C).

No Brasil, a agricultura é a atividade humana responsável por consumir mais água, somada à pecuária e à siderúrgica. O país também é considerado o maior exportador de água. (DETONI; DONDONI; PADILHA, 2007). Farias *et al.*, (2018) destacam o impacto de pequenos assentamentos no desmatamento da Amazônia. No entanto, dados do IBGE (2017) apontam que as principais causas de desmatamento nessa região são a agricultura em larga escala e a pecuária.

É importante salientar que o grupo problematiza os efeitos da ciência e da tecnologia na sociedade, a visão elitista do/a cientista e o cientificismo. Consideramos a problematização como essencial para a construção de um pensamento crítico na perspectiva CTSA. Além disso, o grupo discute aspectos importantes sobre o código florestal, suas especificações e relações de poder e interesses particulares que muitas vezes burlam essa lei.

A seguir, apresentamos algumas falas dos/as integrantes do grupo acerca da experiência formativa da disciplina a partir da abordagem de QSC na perspectiva CTSA. Nos fragmentos, percebemos a influência freireana nos discursos no que se refere à formação crítica, reflexiva, cidadã e humana, a partir do trabalho com a realidade dos/as educandos/as e sua autonomia enquanto sujeitos transformadores da realidade.

A disciplina pôde possibilitar aos alunos uma visão crítica acerca dos conteúdos aplicados, trazendo para a sua realidade. A disciplina possibilitou uma formação humanizadora em consonância com as novas concepções de cidadania, ao mesmo tempo pode proporcionar a este aluno a capacidade de reflexão e criticidade que contribuirá na construção do pensamento autônomo e independente. (GRUPO C)

Para além da tecnologia e da ciência, estava presente o lado humano, procurando trabalhar o cotidiano e com a realidade do aluno e não colocar como sujeito superior. (GRUPO C)

Fazer essa sequência didática foi muito enriquecedor, pois a cada passo dado a cada dia de escrita adquirimos um conhecimento novo, aprendemos um conceito diferente e com tudo isso ampliamos nosso olhar para o mundo e para as coisas que acontecem na nossa sociedade. Sem dúvidas estamos com um poder maior de percepção e mais aptos a desenvolvermos aulas de Ciências que despertem o interesse do aluno e façam com que o mesmo crie um pensamento crítico para as diversas modificações sociais e para que lutem em prol de uma sociedade mais justa. (GRUPO C)

Lembramos dos ideais de Freire (1996), quando ele defende a necessidade de empatia, humildade, comprometimento com a realidade existencial vivida, atuação cidadã, o que requer ações engajadas no meio, a partir da reflexão crítica sobre suas contradições. Percebemos também a formação de um engajamento com relação à construção de uma realidade justa e equilibrada, a partir da convicção de que a mudança é possível, contra o fatalismo que nega a humanidade. Lembramos de Freire (1996) quando afirma que:

Um dos saberes primeiros, indispensáveis a quem, chegando a favelas ou a realidades marcadas pela traição a nosso direito de ser, pretende que sua presença se vá tornando convivência, que seu estar no contexto vá virando estar com ele, é o saber do futuro como problema e não como inexorabilidade. É o saber da História como possibilidade e não como determinação. O mundo não é. O mundo está sendo. (FREIRE, 1996, p. 76)

Segundo Zahn e Zeidler (2016) abordar QSCs que mobilizem aspectos éticos e de empatia com os alunos ajudam no desenvolvimento de leitores reflexivos que serão capazes de examinar seus próprios preconceitos, crenças e emoções. Estes autores defendem o uso da literatura e de artes neste tipo de debate, apontando como vantagens a construção de pensamento reflexivo e empático.

É interessante notar também, nas falas, a disposição para a mudança, o olhar mais amplo e atento para a sociedade e a integração com o currículo de Ciências. Percebemos, então, a formação de licenciandos/as que parecem ter incorporado o pressuposto freireano de vocação ontológica em *ser livre* (FREIRE, 1970), na medida em que reconhecem as fragilidades, as negações do direito de serem mais e, com isso, pretendem construir novas práticas de ensino e de ser, pautadas na autonomia, independência e criticidade.

Faz-se necessário notar a passagem da consciência real efetiva para a consciência máxima possível, discutida por Freire (1921), na medida em que a integrante, no processo de aprendizagem da disciplina, relata o que foi descobrindo sobre a ciência e a tecnologia, ampliando o seu olhar sobre o mundo, criando curiosidade epistêmica sobre o objeto que

analisa, sendo contra qualquer análise superficial, mas analisando os fatos em sua contradição, a qual nega os homens e mulheres a sua humanidade. Segundo Freire (1921, p. 06),

[...] a conscientização implica, pois, que ultrapassemos a esfera espontânea de apreensão da realidade, para chegarmos a uma esfera crítica na qual a realidade se dá como objeto cognoscível e na qual o homem assume uma posição epistemológica, pois na cotidianidade nossa mente não opera epistemologicamente, é preciso toma distância do objeto e se assumir como sujeitos conscientes de busca e questionamentos [...] Quanto mais conscientização, mais se ‘desvela’ a realidade, mais se penetra na essência fenomênica do objeto, frente ao qual nos encontramos para analisá-lo.

Observamos tal aproximação com o fragmento abaixo:

[...] E relacionar porque em pleno século XXI ainda somos prejudicados, porque a ciência e a tecnologia ainda não descobriram uma forma de solucionar todos esses fatores e os prejuízos trazidos para a nossa sociedade. É importante enfatizar quais são os interesses existentes por trás desses fatores, quais os reais interesses econômicos? E quem lucra? O ensino de Ciências deveria esquecer mais os livros didáticos e priorizar um ensino que desperte no aluno um pensamento crítico-reflexivo (GRUPO C).

O fragmento acima representa o posicionamento questionador dos estudantes com relação ao seu objeto de estudo, a partir do momento que o indivíduo passa a duvidar da estrutura alienante e desigual que impera na sua realidade, tem-se o início de um processo de construção de uma consciência crítica e reflexiva. No entanto, é preciso problematizar a postura ainda redencionista de que a ciência irá resolver os problemas da humanidade. Para Bazzo (2016) é comum as pessoas acreditarem na ciência como uma divindade, pensamento este gestado na escola e mantido na realização das suas profissões, com a ajuda dos meios de comunicação, os quais auxiliam na construção da imagem de tecnologia enquanto sinônimo de felicidade.

Segundo Torres e Solbes (2018, p. 61), uma pessoa com pensamento crítico que aborde QSC seria capaz de “comprender la naturaleza de la ciencia como actividad humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente”. Observamos que o grupo alcança em grande medida essa habilidade de questionamento e entendimento amplo sobre as relações particulares e de interesse que envolvem as relações entre C-T-S-A, o que é essencial para a formação do pensamento crítico, conforme Freire (1996) e Torres e Solbes (2018). Segundo os mesmos autores, uma pessoa com dificuldade em desenvolver pensamento crítico não teria disposição para questionar opiniões e crenças baseadas em discursos legitimadores, desconhecendo os interesses subjacentes. Observamos, ainda, um olhar mais crítico com relação a ciência e tecnologia e como elas podem impactar na sociedade, conforme podemos observar no fragmento a seguir:

[...] Antes da disciplina eu não conseguia perceber que a ciência também tem pontos negativos, por muito tempo acreditei que só tinha pontos positivos, e que ela fazia apenas o bem para a sociedade, uma vez que ela está sempre em busca de conhecimentos

e fazendo inovações. Não conseguia fazer também a ligação da ciência com a tecnologia, tinha a visão de ciências apenas no laboratório. (GRUPO C).

A disciplina me permitiu ter um pensamento mais crítico e reflexivo, pois hoje consigo perceber o quanto a ciência está presente no nosso cotidiano e o quanto ela é abrangente, não se resume apenas nos elementos da natureza”. (GRUPO C)

Tal posicionamento ajuda a desconstruir mitos com relação à ciência neutra e livre de valores, o que, segundo Torres e Solbes (2018), os quais podem ser um impedimento para a construção do pensamento crítico. Outro aspecto que pode ser relacionado com a construção de pensamento crítico, considerando a perspectiva freireana, é a desconstrução da visão de ciência produzida apenas no laboratório, a qual é fundamentada nos princípios da experimentação e da observação, o que cria a imagem “ingênua” da ciência e do/a cientista, entendendo que a ciência não se limita ao espaço do laboratório, questionando, portanto, a sua neutralidade e aproximando-a do contexto existencial. As frases acima indicam, ainda, sinais de monitoramento dos/as alunos/as de seus próprios processos de aprendizagem, que podem decorrer da reflexão e da metacognição, conforme salienta Jimenez-Aleixandre (2010). No que se refere à *metacognição*, esta pode ser identificada, dentre outros critérios, quando os/as alunos/as fazem referência explícita à sua forma de pensar, por exemplo: i) ao refletir sobre o caráter do conhecimento que foram convidados a ampliar; ii) ao ter consciência das diferenças entre seus posicionamentos no início e no final de uma atividade (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2007).

Uma integrante do grupo faz a seguinte declaração acerca da inserção da ciência no ambiente rural:

A presença da ciência tem aumentado cada vez mais no campo, pois alguns agricultores não têm um verdadeiro conhecimento sobre os agrotóxicos que são utilizados em suas plantações, não têm noção do quanto é venenoso e prejudicial à saúde. E que pode desenvolver um câncer (GRUPO C).

Tal posicionamento nos faz pensar sobre a necessidade de aprofundar o diálogo entre a ciência e os problemas locais, na busca da construção de novas tecnologias sociais que possam ajudar os agricultores a produzir alimento de maneira sustentável, ampliando sua percepção de que a ciência também pode lhes trazer benefícios, especialmente quando se aproxima da realidade local. Manter o diálogo entre as diferentes formas de explicar o mundo é, sem dúvida, uma iniciativa que possibilita a construção de pensamento crítico. Faz-se necessária a discussão de aspectos relativos à inserção da ciência e da tecnologia no currículo escolar de todas as escolas, principalmente nas escolas do campo, onde os impactos ao ambiente e à saúde da referida inserção muitas vezes são velados. Segundo Andrade, Poy e Teixeira (2013), em

pesquisa realizada na comunidade de Muritiba, localizada na região do Recôncavo da Bahia, observou-se que a grande parte dos agricultores não possuía uma percepção sobre os riscos que o uso dos agrotóxicos causava para o ambiente e para a sua própria saúde.

Quanto à mobilização de elementos C-T-S-A pelo grupo, no script inicial, constatamos as seguintes relações quanto à dimensão da ciência: função da mata ciliar, das raízes e copas das árvores na manutenção dos rios para evitar o assoreamento, enchentes e manter a qualidade da água, bem como seu papel no processo de evapotranspiração; o papel da Mata Atlântica e Floresta Amazônica no clima global, bem como a importância das suas biodiversidades; a importância da floresta para a fertilidade do solo, a beleza cênica oferecida por suas paisagens, o seu papel no controle do equilíbrio climático; os fatores que levam ao desmatamento, como por exemplo, o agronegócio (contaminação da água por agrotóxicos), a pecuária, a mineração, as quais consomem quantidade significativa de água, e o processo de urbanização; o processo de transporte de água pelas raízes das árvores até a atmosfera, formando os rios voadores na região da Amazônia, o que explica as chuvas diárias nesta região.

Observamos que, a partir do script e de outros materiais analisados, o grupo conseguiu, por meio dessa mobilização, a ampliação das suas concepções iniciais e uma compreensão mais crítica acerca da ciência e tecnologia. Assim, o grupo discutiu, na versão final do script, dimensões conceituais importantes, os quais já foram citados acima, e adicionaram a essa versão aspectos como o impacto do desmatamento no desequilíbrio ambiental. No discurso da aula, o grupo buscou desmistificar a imagem elitista do/a cientista, incentivando os/as estudantes a serem também um (a) cientista. O grupo cita a tecnologia como um fator que vem contribuindo para o desmatamento em larga escala através de máquinas, intensificando a ação do homem sobre a natureza (SANTOS, 2009; JACOBI, 2005). É interessante salientar que devemos estar atentos aos juízos de valores que, de um lado, vangloriem as inovações científicas e tecnológicas, sem o olhar atento para os seus impactos no ambiente, e de outro lado, mantêm um olhar que desconsidere totalmente as transformações proporcionadas pela ciência e tecnologia para a sociedade (ANDRADE, 2016). Freire (1996) também nos alerta para essa assunção crítica, afirmando que: [...] E não vai nenhuma consideração arrancada falsamente humanista da negação da tecnologia e da ciência. Pelo contrário é consideração de quem, de um lado, não diviniza a tecnologia, mas, de outro, não a diaboliza. De quem a olha ou mesmo a espreita de forma criticamente curiosa” (FREIRE, 1996, p. 32). O uso do aparelho celular nas escolas deve ser visto em sua real condição de instrumento que deve ser compreendido no seu papel de transformação da realidade, assim, ele pode ser utilizado para auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, no entanto, se apenas a minoria possui essa

tecnologia, o processo acaba não sendo democrático, o que não seria aceitável em uma escola que preze pelo desvelamento e superação das condições de opressão. No entanto, se todos tiverem acesso a essa tecnologia, esta poderá ser utilizada em sala de aula, mas, acompanhado do seu uso, deve vir a problematização sobre os seus impactos e transformações no ambiente em que essa tecnologia está inserida.

É importante salientar que, para muitos/as alunos/as, antes da experiência com a disciplina, a ciência se reduzia a práticas realizadas no laboratório, apresentando uma visão cientificista, empírico-indutivista e reducionista, a qual não contribui para uma aproximação dos/as estudantes com a ciência e como esta é produzida, conforme discutem Gil-Pérez *et al.*, (2001). De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino de Ciências, os alunos devem compreender a Ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural. (BRASIL, 1998). Dessa forma, o Ensino de Ciências Naturais deverá se organizar de forma que, ao final do ensino fundamental, os alunos tenham desenvolvido essas capacidades.

O grupo aborda o que é código florestal, como funciona e quais as suas determinações com relação às áreas que devem ser preservadas, e explica os conceitos de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente (APP). O grupo ressalta que, apesar da legislação proibir em determinados casos o desmatamento, ela é falha na medida em que prevê o desmatamento com sanção do poder executivo para execução de obras, planos, projetos de utilidade pública ou interesse social, dentre outros problemas, como a redução das áreas de preservação permanente e a anistia a quem desmatou até a data de publicação do novo código.

Quadro 17. Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC, no início e no final da disciplina, sobre o tema Desmatamento.

DOMÍNIOS	SCRIPT INICIAL	SCRIPT FINAL
Ciência	O que são matas ciliares e sua importância para a manutenção dos rios, para o solo; analisar fatores que causam o desmatamento; compreender o que é o código florestal, rios voadores; biodiversidade da Amazônia e Mata Atlântica; papel da mata no ciclo da água; evapotranspiração e papel das árvores nesse processo; urbanização e desmatamento; Reserva legal, Áreas de Proteção Permanente.	O que são matas ciliares e sua importância para a manutenção dos rios, para o solo para qualidade da água e manutenção do ecossistema; analisar fatores que causam o desmatamento; compreender o que é o código florestal; Identificar fatores políticos e econômicos que contribuem com o desmatamento; rios voadores; biodiversidade da Amazônia e Mata Atlântica; papel da mata no ciclo da água; evapotranspiração e papel das árvores nesse processo; urbanização e desmatamento; questionamento da visão elitista do cientista, o cientificismo e tecnicismo, citando os conhecimentos tradicionais como capazes de desenvolver práticas que preservem o meio ambiente; reconhecer conhecimento científico e tradicional para a preservação ambiental; Reserva legal, Áreas de Proteção Permanente.

Tecnologia	Sistemas agroflorestais.	Sistemas agroflorestais; uso de máquinas que potencializam o avanço do desmatamento; sistemas de gotejamento para irrigação.
Sociedade	Hábitos de preservação da mata; ações para evitar o desmatamento; formas alternativas de plantio.	Hábitos de preservação da mata; ações para evitar o desmatamento; controle e desperdício de água; reconhecer o papel da floresta; formas alternativas de plantio.
Ambiente	Influência da mata no clima mundial; mudanças climáticas.	Influência da mata no clima mundial; mudanças climáticas; Impacto do desmatamento na proliferação de arboviroses.

Fonte: Elaborado pela autora.

Referente à tecnologia, o grupo mobilizou inicialmente argumentos a favor da implantação do sistema de agroflorestas, como forma de manter a vegetação juntamente com a produção de alimentos e criação de animais. Segundo Pasini (2017), os sistemas agroflorestais são promessas de efetivação de uma agricultura sustentável, diante de uma agricultura convencional que, junto com a ciência e tecnologia, tem causado impactos seríssimos no ambiente. Na versão final do script, o grupo acrescentou críticas ao uso de máquinas que potencializam o avanço do desmatamento, bem como citou a importância de sistemas de gotejamento para irrigação, tendo em vista uma maior economia do uso da água.

Quanto à sociedade, o grupo mobilizou inicialmente aspectos relacionados à importância da construção de hábitos de preservação da mata, ações para evitar o desmatamento, bem como formas alternativas de plantio. No script final, o grupo acrescentou as seguintes relações: evitar controle e desperdício de água, reconhecer o papel da floresta na produção de água e manutenção dos ciclos hidrológicos. Com relação ao ambiente, o grupo citou inicialmente a influência da mata no clima mundial e as mudanças climáticas provenientes do desmatamento. Na versão final, acrescentou o possível impacto do desmatamento na proliferação de arboviroses.

Consideramos que o grupo partiu de um alcance parcial de relações entre C-T-S-A para um alcance total desses aspectos, abarcando relações significativas, expressando reflexões profundas sobre os impactos das transformações científicas e tecnológicas na sociedade e trazendo, ao mesmo tempo, as contribuições dessa união para determinados grupos sociais. O grupo ainda abarcou conteúdos científicos essenciais na formação de professores/as de Ciências, numa perspectiva participativa, crítica e humanística.

Quanto à manifestação de atitudes favoráveis ao ativismo sócio-político, encontramos nas propostas de ensino, desde a primeira versão, a apresentação de objetivos de aprendizagem condizentes com a manifestação de tais habilidades. Assim, o grupo elencou os seguintes objetivos atitudinais: despertar o interesse por ações de reflorestamento; conhecer a importância de ações para a preservação e combate ao desmatamento; reconhecer o papel da

floresta para a população que vive nela; adotar um pensamento crítico e político acerca do problema causado pela degradação ambiental e reconhecer a necessidade de controlar o desperdício de água.

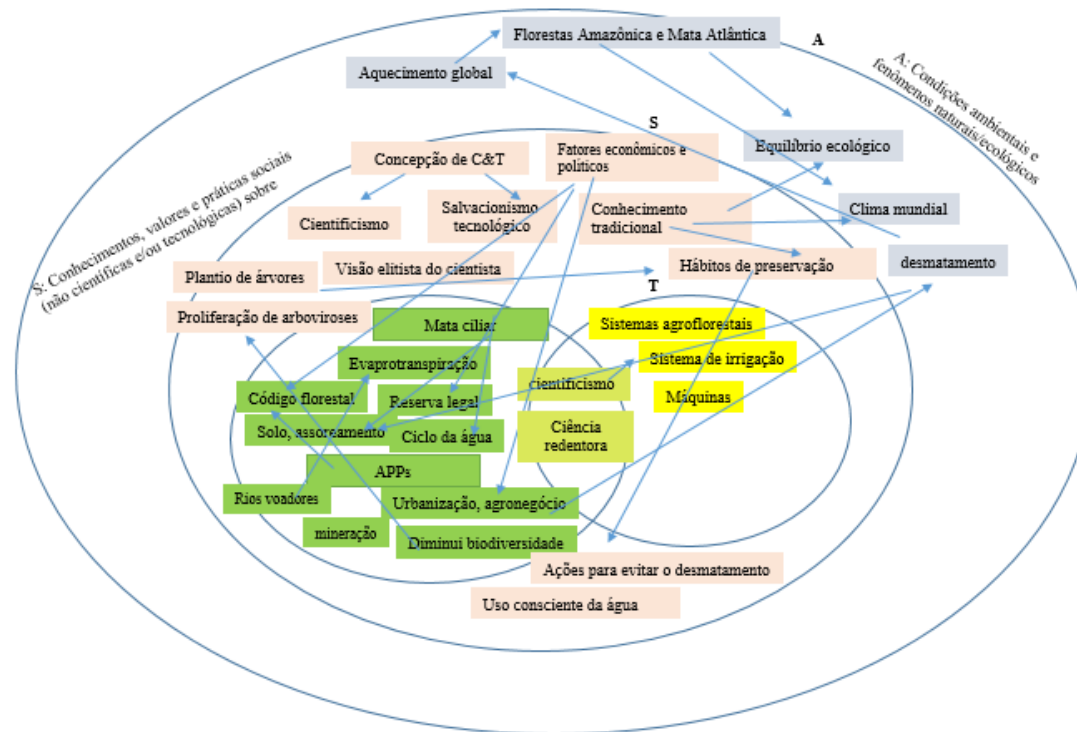
Analisando os dados apresentados pelo grupo, observamos argumentos que indicam uma postura favorável à manifestação de habilidades que envolvem a mudança de atitudes e o desenvolvimento de posicionamentos que favorecem o ativismo ou a atividade sociopolítica, o que tende a reverberar nas suas práticas de ensino. Tais indícios mostram a construção de um pensamento crítico, ao envolver tendências de desenvolvimento de ações que visem melhorias para a comunidade ou para a escola (TORRES; SOLBES, 2018; FREIRE, 1996). Uma integrante do grupo relatou em seu caderno de campo: “É notório o quanto é necessário discutir e ensinar Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. É preciso fazer com que as crianças de hoje sejam cidadãos críticos e pensantes, para que futuramente venham a ter ações positivas com o meio ambiente” (Integrante E). E ainda:

Vocês acham que tem como resolver? Quero ouvir todos! Tem como solucionar a falta de água gente, o que vocês acham, é muito importante ressaltar que para solucionar o problema da falta de água, não é necessário apenas economizar, porque se você só economizar e não cuidar das nascentes, vai chegar um determinado momento que essa economia vai acabar, e se você não reflorestar, cuidar, proteger as nascentes, não terá de onde se abastecer, não é verdade turma? é de fundamental importância que primeiramente deve haver uma conscientização da população, sobre conservação das matas e fazer reflorestamento (GRUPO C).

Observamos que, no que tange à ciência, o grupo mobilizou conteúdos importantes para a sua formação acadêmica, englobando conceitos imprescindíveis para a compreensão integral do tema, como, por exemplo, o conceito de mata ciliar e seu papel na manutenção dos rios; conceitos sobre o ciclo da água e rios voadores, evapotranspiração e relação com a mata; discussões sobre o Código Florestal suas proposições e impactos na preservação dos rios. O grupo também discutiu os impactos do agronegócio, urbanização e mineração na produção, consumo e contaminação de água, bem como a importância dos conhecimentos tradicionais para a manutenção das florestas, dentre outros conceitos. O grupo citou algumas tecnologias que contribuem para agravar ou solucionar o problema do desmatamento, como, por exemplo, o uso de sistemas agroflorestais, sistemas de irrigação e uso de máquinas. No âmbito da sociedade, o grupo traz interessantes reflexões sobre as diferentes concepções de cientista, desconstruindo mitos relacionados a sua imagem e ao salvacionismo científico e tecnológico. No entanto, mantém uma concepção de ciência neutra em alguns momentos do material analisado, o que nos faz entender o quanto é difícil, mesmo diante de discursos críticos, desconstruir mitos relacionados à imagem neutra da ciência e tecnologia. É interessante notar as

relações estabelecidas pelo grupo no que tange o fator desmatamento e a proliferação de arboviroses, tendo em vista a manutenção do equilíbrio ecológico dado pelas florestas, devastadas pela ação antrópica. O grupo incentiva hábitos de consumo consciente da água, ações para evitar o desmatamento, plantio de árvores, mas também discute os responsáveis em larga escala pela destruição das matas, o que é importante tendo em vista a construção de uma visão equilibrada sobre os setores da sociedade que mais impactam no desmatamento. No esquema abaixo (figura 09), apresentamos os conhecimentos que foram acionados pelos/as estudantes no decorrer da SD sobre o tema Desmatamento e suas relações com os domínios CTSA.

Figura 09. Esquema das inter-relações dos domínios CTSA articulados à QSC na fase inicial do script descritivo.
 Figura elaborada com base nas configurações apresentadas por Bencze (2008), encontradas no *site*: <https://webpace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html> e por Conrado (2017) com base nas ideias de ator-rede, e nos conteúdos do currículo associados às QSCs e nos domínios C-T- S- A.



Fonte: Elaborado pela autora.

Nesse sentido, podemos perceber que o aumento das relações entre os domínios CTSA estabelecido pelo grupo no script final permitiram o enriquecimento das discussões sobre a temática da QSC, ampliando a percepção sobre os diferentes valores e interesses envolvidos e em como o desenvolvimento científico e tecnológico são influenciados por esses valores. Consideramos que este grupo alcançou os três níveis de alfabetização científica crítica (ACC) proposta por Hodson (2004), segundo este autor o desenvolvimento destes níveis envolve: Nível 1. Reconhecer as complexas interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, compreendendo que estas são construtos sociais passivos de interesses. Nível 2: Reconhecer os interesses que influenciam atividades científicas-tecnológicas. Nível 3: Reconhecer a importância da participação cidadã nas questões que envolvem CT, compreendendo os valores envolvidos e adotando um posicionamento. Queiroz, Conrado e Silva (2019), ao analisar as relações CTSA de licenciandos, constataram que houve baixa frequência da mobilização de relações de alta complexidade (quando o estudante mobiliza todos os domínios CTSA em conjunto) e ausência de tomada de decisão sobre a QSC. Neste grupo, observamos (6) mobilizações de alta complexidade, ou seja, quando o estudante mobiliza todos os domínios CTSA em conjunto e (11) mobilizações de média complexidade, quando ao estudante mobilizaram alguma combinação dos domínios CTSA e (6) mobilizações de baixa complexidade, quando os estudantes mobilizaram algum aspecto CTSA separadamente. As relações CTSA em muitos estudos ainda são vistas de maneira estanques, sem a devida reflexão crítica, nesse sentido, Nunes e Dantas (2012) ao buscar mapear a mobilização destas relações por estudantes universitários, observou que, a maioria apresentou uma visão positiva sobre o impacto que a ciência e a tecnologia têm sobre a sociedade e o ambiente e sobre a ciência escolar endossando a visão linear sobre o desenvolvimento e aplicação da ciência e tecnologia na sociedade.

3.4.3 Grupo D: A legalização das drogas para uso medicinal: entre o lícito e o ilícito

Analisando a proposta didática: **A legalização das drogas para uso medicinal: entre o lícito e o ilícito**, quanto à apropriação da abordagem QSC (caso controverso, questões norteadoras, objetivos de aprendizagem), observamos que, no script inicial, muitos dos aspectos que caracterizam uma QSC na perspectiva CTSA foram contemplados. No decorrer do semestre, o grupo foi avançando e apresentando melhorias na incorporação da perspectiva teórico-metodológica em questão. O caso apresentado inicialmente já tinha uma característica

controversa. Na versão final, o caso permaneceu o mesmo. As questões norteadoras também foram apresentadas inicialmente, as quais tinham o objetivo de retomar o caso, levantar conhecimentos prévios dos/as alunos/as, observar o raciocínio ético dos/as mesmos/as, como podemos observar: O que vocês entendem por drogas? Vocês sabem o que são drogas ilícitas e lícitas? Vocês acham que as drogas causam algum mal à saúde? Se sim, quais? Vocês acham que Dona Maria agiu certo? Por quê? Se vocês estivessem no lugar de Dona Maria, o que fariam? O senhor Paulo foi egoísta ao não aceitar o apelo de Dona Maria? O que vocês fariam no lugar do Senhor Paulo? O que vocês acham do uso da maconha como medicamento? Explique sua posição? Vocês já ouviram falar sobre a maconha medicinal? O que vocês acham sobre esse assunto? Como vocês acham que poderia ser resolvida essa situação? A maioria das questões não possibilitavam uma reflexão crítica sobre o assunto, buscando mobilizar fatores sociais, políticos que incentivam o consumo de drogas, o uso cultural da maconha e cocaína, a legalização para fins medicinais, as políticas de Redução de Danos adotada até então, no país, bem como as origens históricas do preconceito ao uso da maconha no Brasil. No entanto, as questões apresentadas na versão inicial permitiriam um posicionamento ético dos alunos, bem como trabalhar a controvérsia do caso.

Os objetivos de aprendizagem não foram apresentados pelo grupo na primeira versão. Na versão final, o grupo acrescentou mais questões norteadoras para retomar o caso, como, por exemplo: Vocês sabem o que é doença de Crohn, presente no caso? Vocês acham que só a amizade influenciou a filha do senhor Paulo a usar drogas, ou fatores sociais (pobreza, falta de educação, brigas domésticas etc.) também podem influenciar? Observamos que, apesar de a maneira de organizar a QSC através de caso, objetivos de aprendizagem e questões norteadoras seja importante na elaboração do script descritivo, muitas vezes, o grupo conseguiu avançar em direção a uma abordagem completa, fundamentada e reflexiva sobre o assunto, sem necessariamente seguir esse modelo. No entanto, seguir o modelo torna mais fácil o alcance dos aspectos críticos que devem estar presentes no script descritivo.

Vale ressaltar que, apesar de, nas questões norteadoras e nos objetivos de aprendizagem, o grupo apresentar limitações quanto à abordagem ampla e integral que demanda uma QSC, consideramos que, na escrita final e principalmente na apresentação oral, o grupo alcançou um importante avanço quanto à percepção crítica do tema, como podemos observar nas categorias a seguir. Consideramos que o grupo, inicialmente, alcançou parcialmente a apropriação da abordagem de QSC, pois apresentou o caso e as questões norteadoras; no entanto, estas não estavam totalmente alinhadas aos aspectos científicos, políticos, históricos que o tema demandava. Além disso, os objetivos de aprendizagem não foram apresentados nessa versão

inicial do script descritivo, sendo que estes objetivos foram apresentados a partir da segunda versão. Na versão final, consideramos que o grupo atendeu totalmente a esse critério de apropriação da QSC no modelo de ensino (apresentando o caso, as questões norteadoras e os objetivos de aprendizagem), refletindo uma intenção de abordagem ampla sobre o tema. No quadro abaixo, organizamos as relações CPA mobilizadas pelo grupo no início e no final da disciplina.

Quadro 18. Dimensões CPA mobilizadas no início e no final da abordagem de QSC sobre o tema legalização da maconha para uso medicinal.

DIMENSÕES DO CONTEÚDO	SCRIPT INICIAL	SCRIPT FINAL
CONCEITUAIS	Conceitos de drogas, efeitos da maconha e álcool no corpo humano (cérebro, pulmões, coração, intestinos, fígado), tipos de drogas lícitas e ilícitas.	Levantar conhecimentos prévios, aspectos históricos do uso da maconha, definir drogas lícitas e ilícitas, efeitos no organismo (cérebro, pulmões, coração, intestinos, fígado), doença de Crohn; refletir sobre aspectos entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; não neutralidade da ciência; aspectos políticos, econômicos e relações de poder sobre a liberação de determinadas drogas, política de redução de danos, benefícios da maconha para doenças.
PROCEDIMENTAIS	Discutir o caso; elaboração de modelos anatômicos sobre o cérebro; pesquisa sobre o tema.	Discutir o caso; elaboração de modelos anatômicos sobre o cérebro; pesquisa sobre o tema; Identificação dos benefícios e malefícios da maconha; identificar aspectos políticos e relações de poder que envolvem o tema; Elaboração de resumos sobre o assunto; leitura e discussão de textos sobre o assunto; construção de experimento sobre efeito dos cigarros nos pulmões; construção de cartazes com conceitos sobre drogas lícitas e ilícitas.
ATITUDINAIS	Trabalhar em equipe, respeitar opiniões dos colegas, ser responsável com as atividades escolares; elaborar atividade teatral a fim de chamar a atenção sobre o assunto	Posicionar-se com relação ao uso da maconha para a saúde humana; construir percepção crítica sobre o tema; reconhecer a importância em perceber aspectos controversos sobre o tema; elaborar atividade teatral a fim de chamar a atenção sobre o assunto

Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto à apropriação da abordagem freireana, observamos que, na versão inicial do script, o grupo atende a alguns critérios, como, por exemplo, a aproximação dos conhecimentos prévios dos/as alunos/as; parte de uma problemática encontrada na comunidade local; contextualiza o tema; utiliza diferentes recursos didáticos; utiliza linguagem apropriada; lança questionamentos para os/as alunos/as e os/as motiva a expressar a sua opinião, incentiva os/as alunos/as na busca de informações sobre o assunto.

Na versão final do script, o grupo amplia essa apropriação, defendendo um posicionamento crítico sobre o uso da maconha; amplia o número de recursos pedagógicos

para discutir o tema; busca incentivar a realização de mais atividades de busca de informações; motiva os/as alunos/as; faz críticas sobre a ciência e tecnologia, analisando controvérsias sobre o seu papel nas contradições que envolvem o tema. É interessante a visão de uma integrante do grupo no final da pesquisa, quando salienta que: “Com base nesse projeto, reforço a ideia de que a busca pelo conhecimento é indispensável para o ser humano. O conhecimento é que nos permite pensar de um jeito, com clareza, certeza e argumento” (Integrante A). Lembramos de Freire (1996, p.42) quando ressalta que

O que há de pesquisador no professor não é uma qualidade ou uma forma de ser ou de atuar que se acrescenta à de ensinar. Faz parte da natureza da prática docente a indagação pela busca, a pesquisa. O de que se precisa é que, em sua formação permanente, a professor se perceba e se assuma, porque professor, como pesquisador.

Acreditamos que a prática da pesquisa nos cursos de formação inicial de professores/as é essencial para a construção de sujeitos críticos e reflexivos capazes de indagar, se indagar e conhecer a sua realidade. Nesse exercício, o professor experimenta a autonomia da descoberta, a “curiosidade epistemológica” ao invés da ingenuidade. Segundo Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), para que um indivíduo compreenda de maneira significativa um conceito é preciso superar o reducionismo conceitual e planejar o ensino de Ciências como uma atividade de investigação científica, integrando aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais. Uma integrante do grupo emitiu a seguinte opinião acerca do método de Paulo Freire:

É importante destacar que Freire traz uma concepção de educação pautada na dialogicidade, necessária à educação como prática da liberdade. Isso significa que o estudante, em qualquer nível de ensino, pode compreender a realidade e agir para modificá-la. Devemos formar crianças para serem cidadãos críticos, participativos e conscientes do seu papel na sociedade, pois se os alunos não estiverem preparados para pensarem criticamente, tornam-se escravos de outras ideias. (Integrante A)

Uma integrante do grupo fez ainda uma interessante reflexão acerca da superioridade da ciência em relação a outros saberes que possuem potencial medicinal, como poderemos observar nas falas a seguir:

O ambiente que são pessoas inseridas nesse contexto são experimentos essenciais dessa junção de ciência e tecnologia, se está beneficiando o capitalismo das indústrias e dos proprietários está indo bem a ideia. Mas, se iniciar um processo de que as pessoas possam produzir ou criar suas medicações e vem a ter resultados positivos, logo a tecnologia inicia um processo de informação e crítica (Integrante B).

Quando perceberam que a maconha era utilizada pelos índios para combater doenças, isso chamou a atenção dos governantes, e aí para eles isso seria uma forma de ganhar dinheiro e então o que eles fizeram? Eles proibiram o uso da maconha aqui no Brasil, porque viram que os índios tinham conhecimento de curar várias doenças com esse uso, então eles queriam utilizar desse conhecimento em benefício próprio (Integrante C).

O/a professor (a) de Ciências deve ser implicado tanto no respeito ao senso comum, no processo de sua necessária superação, quanto no respeito e no estímulo à capacidade criadora dos/as educandos/as, despertando a consciência máxima possível dos/as aluno/as, na qual os indivíduos passam a ter uma compreensão mais ampla e crítica sobre o problema (FREIRE, 1996). Nessa perspectiva, observamos que a aluna percebeu outras intenções existentes entre a ciência e a tecnologia, como elas atuam em busca de uma legitimação e uma superioridade com relação ao conhecimento do senso comum. Devemos pensar em abordagens que, inclusive, questionem o cientificismo, que corresponde à “crença exagerada no poder da ciência e/ou atribuição à mesma de fazer apenas benefícios” (CHASSOT, 1995, p. 195). Acreditamos que é preciso levar em consideração os conhecimentos provenientes de comunidades tradicionais a fim de possibilitar o intercâmbio de ideias e a renovação da prática científica. O grupo apresentou a seguinte definição sobre tecnologia: “A tecnologia pode ser compreendida como o conhecimento que nos permite modificar e controlar o mundo, ou seja, se constitui em um conjunto de atividades humanas, associadas a sistemas, símbolos e máquinas” (GRUPO C). Observamos aqui uma definição de tecnologia que vai além da técnica, incluindo a atividade humana como construtora e definidora dessa atividade, no entanto, apresenta uma visão redencionista da tecnologia, vendo-a como instrumento de dominação, quando afirma que a tecnologia permite modificar e controlar o mundo. Maia *et al.*, (2009) constaram em seu trabalho uma visão de tecnologia como algo produzido para o bem-estar da sociedade, resumindo-se em artefatos eletrônicos, evidenciando, portanto, uma ausência de reflexões mais profundas sobre a dinâmica da produção destes e seus impactos no ambiente. Nunes e Dantas (2012) ao investigar as concepções de estudantes universitários constataram ainda que a maioria dos investigados entendem veem a relação entre ciência e tecnologia como benéfica ao meio ambiente.

Observamos que a maioria dos critérios freireanos foram alcançados pelo grupo. No entanto, observou-se, ainda, uma concepção redencionista da tecnologia, pouco incentivo à intervenção na prática e pouco encorajamento na busca de informações. Observamos um posicionamento de empatia do grupo a partir do trabalho com o tema quando discutem o caso de pessoas da comunidade em que vivem, as quais necessitam da legalização da maconha para fins medicinais para o tratamento de diversas doenças, como epilepsia e acidente vascular cerebral. Segundo Kahn e Zeidler (2017) utilizar artes, valores humanos e sociais no tratamento de QSC, promove o desenvolvimento de habilidades de tomada de decisão mais apuradas e, portanto, abertura a múltiplas e variadas pontos de vista. O desenvolvimento da empatia a partir de problemas da realidade, segundo estes mesmos autores, é capaz de promover ampla

reflexão sobre o assunto, auxiliando na discussão de aspectos éticos e morais, essenciais na formação intelectual dos alunos.

Quanto à construção do pensamento crítico, o qual observamos a partir de parâmetros existentes no quadro 05 (Critérios para justificar o alcance de pensamento crítico com base nos referenciais da educação CTSA, Questões Sociocientíficas e pedagogia Freireana), observamos que o grupo alcançou uma visão interessante sobre a relação da ciência e a tecnologia com a sociedade, bem como sobre os interesses particulares que subjazem, muitas vezes, essas relações, como podemos observar no fragmento abaixo:

A ciência poderia ajudar a criar medicamentos com a maconha, fazendo assim com que as pessoas compreendessem a importância do seu uso para a saúde. Vocês acham que a ciência poderia influenciar a sociedade acerca do uso da maconha enquanto uso medicinal, ou ela está preocupada apenas em desenvolver outros tipos de medicamentos que pudesse ser utilizado no lugar da maconha? A ciência não se preocupa em usar a maconha como medicamento, pois tem um poder político por de trás disso, como já tem algumas pesquisas que apontam que o uso da maconha é profícuo em algumas doenças, felizmente por ser uma planta natural, não trará malefícios a saúde, porém, a ciência quer fazer outros medicamentos que seja profícuo para algumas doenças, mas que consequentemente ocasionarão outras doenças ou problemas de saúde, ou seja, a ciência está preocupada em poderes aquisitivos (GRUPO D).

A ciência desenvolve um papel muito importante para nós humanos, sempre em busca de novas descobertas, experiências, que visam à melhoria da saúde, meio ambiente, etc. Porém há o lado negativo, por exemplo, quando a ciência cria um medicamento que vai ajudar a passar a dor de cabeça da gente, esse mesmo medicamento é um veneno para os nossos rins, ou seja, ela não se preocupa em fazer um medicamento que seja profícuo para um problema e que ao mesmo tempo não gere outro problema (GRUPO D).

Tal percepção constitui uma habilidade importante de pensamento crítico. Conforme Solbes e Torres (2018), uma pessoa que desenvolve pensamento crítico a partir de QSC seria capaz de entender as faces da ciência e da tecnologia, avaliando benefícios e malefícios que as mesmas produzem, bem como as relações de poder e interesses que subjazem às inovações científicas e tecnológicas. É importante, entretanto, observar no fragmento inicial a passagem a seguir: “A ciência desenvolve um papel muito importante para nós humanos, sempre em busca de novas descobertas, experiências, que visam à melhoria da saúde, meio ambiente”. Tal percepção indica uma visão de que ciência sempre traz bem-estar social, contribuindo sempre positivamente com a sociedade, no entanto, isto não acontece na realidade, conforme o próprio grupo pondera, ao citar os possíveis malefícios de determinados medicamentos. Vale a pena refletir a partir do fragmento acima se a ciência pode mesmo escolher ou ainda é incapaz de fazer um medicamento sem efeitos colaterais. Seria esta uma postura redencionista em torno da ciência? Bencze (2018) ressalta que dentre tantos outros problemas enfrentados pela

humanidade que são impulsionadas pela ciência e tecnologia, dentre eles estão o uso de medicamentos com efeitos colaterais negativos.

A construção de uma sociedade democrática requer o trabalho intenso a partir de problemas socioambientais locais, envolvendo a perspectiva CTSA, para que possamos aproximar os estudantes das descobertas científicas e os impactos destas na sociedade e no ambiente, superando o reducionismo conceitual que impera, muitas vezes, no ensino de Ciências Naturais. Observamos também que o grupo relaciona o problema estudado com questões éticas, a partir da QSC, entendendo a contribuição da resolução/estudo da mesma para solucionar problemas vivenciados por pessoas que necessitam desse tipo de medicamento, citando impactos na vida dessas pessoas, bem como interesses capitalistas envolvidos no processo de legalização do seu uso. Tal posicionamento oferece indícios de pensamento crítico, conforme pressupostos de Torres e Solbes (2018) e Torres Merchán (2014). Ainda nessa perspectiva, para uma integrante do grupo,

Com esse projeto, ficou claro quanto a ciência domina a sociedade, seu lucro através da indústria farmacêutica, o poder de controlar as pessoas e conduzir a um caminho mais longo para atingir um benefício para a saúde. A tecnologia está por trás de tudo o que pensamos, principalmente da ciência, ou seja, uma caminha com a outra, fazendo sempre com que molde a cabeça e o conhecimento das pessoas para atingir determinados alvos e que primeiramente a beneficie (Integrante A).

Percebemos que pouco tem sido feito quanto a mudanças efetivas no currículo, o que faz com que a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) seja analisada de forma que o resultado se mostre sempre vantajoso para a sociedade, sem quaisquer questionamentos, apenas para atender às necessidades econômicas (ANGOTTI; AUTH, 2001). É importante problematizar na fala acima em subentende-se que o lucro é da ciência. Assim, entendemos que o lucro não é da ciência, é da sociedade que controla a ciência. Nesse sentido, faz-se importante uma leitura humanizada sobre o que é ciência, para que se compreenda como ela é produzida, por quem e quem se beneficia com os lucros provenientes das suas inovações.

Esta pesquisa representa um esforço em construir um currículo que questione mitos relativos à ciência e à tecnologia, anunciando seus impactos na sociedade e no ambiente. Contudo, numa visão crítica, temos a consciência de que a sociedade é desigual, por isso, tanto os benefícios quanto os malefícios gerados pela ciência e pela tecnologia estão desigualmente distribuídos na sociedade e no ambiente. A partir da fala acima, observamos indícios de uma visão crítica com relação à ciência e à tecnologia e seus interesses particulares, tendo em vista a necessidade de que a tecnologia moderna seja pensada e analisada dentro dos modos de produção, compreendendo as suas relações com os sistemas econômicos e políticos atuais (MIRANDA, 2002). Segundo Arocena (2004, p. 21),

A tecnologia tem multiplicado e transformado qualitativamente o poder de produzir e destruir, de curar e depredar, de ampliar a cultura dos seres humanos e de gerar riscos para a vida, sendo que esse poder, associado aos perigos, está distribuído social e regionalmente de maneira muito desigual.

Vale destacar que, na educação tradicional-tecnicista, não há reconhecimento das diferentes dimensões dos conteúdos, pois as estratégias e os métodos de ensino não permitem questionar os próprios conhecimentos científicos e tecnológicos e como eles atuam na sociedade (CONRADO, 2017).

O grupo apresentou os problemas a serem enfrentados para que aconteça a legalização da maconha no Brasil, mas reconheceu que esse processo já acontece em vários lugares, trazendo dados e informações relevantes sobre a legalização em diferentes países, além de indicar uma distinção entre legalizar e descriminalizar.

A legalização do uso da maconha no Brasil não é tão simples. Se a legalização da maconha acontecer, teremos uma sociedade muito mais desajustada do que temos hoje. As políticas públicas de saúde voltadas para os usuários de drogas ainda não são efetivas, não temos locais apropriados para o tratamento e ainda existe uma discriminação em relação ao usuário. Porém, vocês sabiam que em alguns países o uso da maconha é legal, mas com algumas limitações, por exemplo na Argentina, um país vizinho. A Argentina tem uma política amigável, “cada um na sua” com a maconha. Desde 2009 vigora uma lei que descriminalizou o uso de maconha, no entanto, você não pode vender, transportar ou cultivar, mas fumar um “baseado” na privacidade da sua casa é totalmente aceito, outro país que jamais imaginávamos que a maconha era liberada é na Coreia do Norte! (GRUPO D- Integrante C)

Segundo Torres-Merchan (2014), uma pessoa com pensamento crítico é bem informada sobre o assunto, prudente ao emitir juízos éticos, levando em consideração, assim, vários aspectos e impactos que determinadas ações podem gerar para a sociedade, construindo uma forma de pensar reflexiva frente à QSC. Para uma integrante do grupo:

Outra coisa que pude conhecer é que nos países onde a maconha é legalizada ou tolerada, o índice de violência por conta do tráfico é pouco ou quase não tem. Já aqui no Brasil a violência é enorme, o Rio de Janeiro está vivendo isso. E quem sofre? O negro, o pobre, o morador das periferias, as pessoas que vivem em vulnerabilidade social, e que não têm acesso à informação adequada, não é oferecida uma educação de qualidade. E os políticos corruptos desse país se beneficiam desses fatores, não se preocupam com as milhares de pessoas que morrem, das famílias que veem o tráfico como garantia de uma vida melhor, por isso que não legaliza as drogas no Brasil. (GRUPO D- Integrante A)

Observamos sinais de pensamento crítico na fala acima, na medida em que o grupo buscou se informar sobre o tema, estabelecendo relações do problema estudado com questões sociais e analisando os possíveis efeitos da legalização da maconha para uso medicinal no contexto brasileiro, a partir de um olhar de conjunto sobre o problema (TORRES MERCHAN, 2014; TORRES; SOLBES, 2018).

O grupo também expressa uma interessante visão acerca dos motivos pelos quais a maconha é criminalizada no Brasil enquanto o álcool não, adotando postura questionadora, detectando falácias, a partir do aprofundamento histórico relacionado ao uso da maconha, indicando, portanto, uma postura crítica com relação ao problema, conforme podemos observar na fala a seguir:

Voltamos ao passado para entender a história e a proibição da maconha. A história da Maconha no Brasil, tem seu início com a própria descoberta do país. A maconha é uma planta exótica, ou seja, não é natural do Brasil. Foi trazida para cá pelos escravos negros, daí é reconhecida também como “fumo de Angola”. O seu uso disseminou rapidamente entre os escravos negros e nossos índios, que passaram a cultivá-los para o uso próprio. Século mais tarde, com a popularização da planta entre intelectuais franceses e médicos ingleses do exército imperial na Índia, ela passou a ser considerada em nosso meio um excelente medicamento indicado para muitos males. As razões históricas para a proibição, definitivamente, não são médicas, pois relatos feitos a pedidos de governos indicam baixíssima periculosidade relacionada ao consumo do álcool (GRUPO D).

Eu fiz uma pesquisa com auxílio da internet, sobre a quantidade de mortes causadas por ano pelo álcool, pelo cigarro e pela maconha. Pelo álcool, aponta que seja aproximadamente 80 mil mortes por ano, pelo cigarro é em torno de 150 mil por ano, e agora segue a lista de mortes causadas pelo uso da maconha no Brasil e no mundo, pois é ninguém. Não existe nenhum tipo de registro, desde 1500 a 2008 de que houve mortes pelo uso de maconha. Para a pessoa ter uma overdose, a pessoa teria que ingerir 680 quilos de maconha em menos de 15 minutos. (GRUPO D)

Segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2013), pensamento crítico envolve a capacidade de identificar as razões não anunciadas para construir um argumento. Torres e Solbes (2018) argumentam que o pensamento crítico envolve, entre outras capacidades, a de reconhecimento de aspectos políticos, históricos e sociais na resolução e compreensão do problema, avaliando e interpretando a informação recolhida, conforme observamos nas falas acima.

É interessante salientar que o Ministério da Cultura, nas palavras de Gil e Ferreira (2008), defende uma abordagem que seja capaz de lidar com a complexidade do fenômeno das “drogas” e seu uso cultural no Brasil, na qual deve-se contemplar os âmbitos das ciências da saúde, sociais e antropológicas, evitando reducionismos e tratando o problema numa perspectiva multicultural. Os mesmos autores complementam ainda que “Para o bem e para o mal, as ‘drogas’ são e estão na cultura. Ou melhor, nas culturas e, portanto, não podem ser entendidas fora delas” (GIL; FERREIRA, 2008, p. 11).

Para Labate e Goulart (2008, p. 21):

O campo científico não cumpriu um papel coadjuvante nesse processo. Ao contrário, vê-se com clareza que a ciência foi protagonista, desempenhando papéis aparentemente contraditórios, ora se esforçando em descobrir, isolar e até sintetizar novas moléculas, ora propagando seus malefícios e reivindicando sua proscrição legal.

Segundo Labate e Goulart (2008), a produção de conhecimentos sobre “drogas”, foi pautada pela lógica da negatividade, protagonizada pelas ciências biomédicas em detrimento dos conhecimentos em ciências humanas, principalmente perspectivas que não encaram o consumo de substâncias psicoativas como um problema em si.

Segundo Solbes e Torres (2018), uma pessoa capaz de desenvolver pensamento crítico a partir de QSC deve estudar o problema de maneira profunda, em sua complexidade, de maneira que se envolvam dimensões científicas, técnicas, éticas, culturais, filosóficas, sociais, econômicas e ambientais. Segundo Magalhães e Tenreiro-Vieira (2006, p. 86), ao confrontar os/as alunos com problemas atuais de âmbito social, ético e político, a partir de uma perspectiva da Ciência e da Tecnologia, “cria-se oportunidades para os/as mesmos/as reflitam, formulem juízos de valor, apresentem soluções e tomem decisões sobre acontecimentos e/ou problemas do mundo real”. Percebemos que o grupo alcançou de maneira significativa uma percepção crítica sobre o tema, transitando de uma perspectiva biomédica para uma visão biopsicossocial, agregando aspectos antropológicos, históricos, econômicos e políticos que envolvem o problema da legalização do uso medicinal da maconha.

Observamos, ainda, a ampliação do alcance da capacidade de PC com relação à ciência e ao/à cientista. Superar visões elitistas do/a cientista, bem como entender que a ciência não é somente produzida no laboratório, para nós é sinal de alcance de capacidade de PC, uma vez que esses indivíduos consideram a ideia de inacabamento do ser humano, entendendo-se como ser histórico, contra qualquer fatalismo ou determinismo existente na sociedade, conforme podemos observar nas falas a seguir “Hoje sei que quem quiser estudar para tal pode fazer ciência, ser um cientista e ainda: “A ciência vai além dos laboratórios ou homens de jaleco, que nós também podemos produzir ciência” (GRUPO C- Integrante A).

Para Freire (1996), quando o indivíduo se reconhece inacabado, condicionado, ele sabe que pode ir além, e é tensionando as desigualdades dadas pela apropriação sexista, elitista, das atividades científicas, e olhando à espreita os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade, que é possível construir uma visão crítica do que nos é negado e que nos convence a cada dia que vivemos distante da ciência, do que é produzido por ela, nos afastando dela de todos os modos. Quando pensamos na definição de pensamento crítico baseada em Paulo Freire (1996), afirmamos que, para alcançar PC, dentre outros requisitos, é preciso que os homens e mulheres se reconheçam como fazedores de cultura, nesse caso, da cultura científica.

Segundo Ribeiro e Silva (2018, p. 131)

Quando os cidadãos consideram a atividade científica como um trabalho reservado a minorias dotadas de um intelecto superior, e representam apenas homens como

cientistas, nota-se, também, uma visão elitista e sexista de ciência, pois negligencia-se o papel das mulheres no desenvolvimento científico.

Consideramos, ademais, que as capacidades de PC alcançadas, embora não sejam suficientes de modo isolado para uma postura crítica - já que entendemos que criticidade tem relação com o modo como se percebe e intervém na realidade – são potenciais, quando combinadas, para favorecer tal postura.

Quanto à mobilização de elementos C-T-S-A, observamos que, no script inicial, o grupo traz algumas relações CTSA sobre o assunto, mas não as aprofunda, apresentando uma visão fragmentada sobre o tema, como podemos visualizar no quadro abaixo. Na versão final do script, o grupo apresenta um maior avanço, empregando conceitos mais aprofundados sobre o tema, uma abordagem histórica do uso da maconha e reconhecendo relações de preconceito e interesses particulares, os quais contribuiriam com a criminalização do uso. O grupo apresenta as definições de drogas lícitas e ilícitas, ressaltando os impactos delas na sociedade, os efeitos no organismo (cérebro, pulmões, coração, intestinos, fígado, pâncreas); refletem sobre aspectos que põem em relação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, sobre a não neutralidade da ciência e sobre aspectos políticos, econômicos e relações de poder sobre a liberação de determinadas drogas; questiona a superioridade da ciência; reconhece os benefícios da maconha para o tratamento de doenças. Nos fragmentos a seguir, podemos observar momentos em que alguns conceitos foram trabalhados pelo grupo:

As drogas lícitas são aquelas legalizadas, produzidas e comercializadas livremente e que são aceitas pela sociedade. Os dois principais exemplos de drogas lícitas na nossa sociedade são o cigarro e o álcool. Outros exemplos de drogas lícitas: anorexígenos (moderados de apetite), benzodiazepínicos (remédios utilizados para reduzir a ansiedade), etc. As drogas são substâncias capazes de produzir alterações nas sensações físicas, psíquicas e emocionais. As alterações causadas por essas substâncias no corpo variam de acordo com as características da legislação. Além disso, as mesmas não são socialmente aceitas. (GRUPO D)

E já que a maconha traz benefícios a saúde, porque não é legalizada assim como o álcool? Será que ela causa o mesmo prejuízo que o álcool? De acordo com o professor Menezes, em comparação com drogas lícitas, como o álcool, a maconha tem toxicidade infinitamente menor. O álcool, definitivamente, é uma das drogas mais nocivas, por diversos motivos, porém salienta o principal conhecido como “dose tóxica”, que é de um para dez em comparativo com a maconha que é de um para dez mil ou mais, pois não existem receptores no tronco encefálico, no centro respiratório de cardíacos, o que torna praticamente impossível ter uma overdose de maconha. (GRUPO D)

Na versão inicial do script, não houve uma relação explícita com a tecnologia. No entanto, na versão final, o grupo cita a influência da mídia, por interesses mercadológicos, em manter a criminalização da maconha ao mesmo tempo que incentiva o uso do álcool. Segundo Sousa,

Santos e Aléssio (2018, p. 09) o discurso que predomina em jornais analisados em sua pesquisa, tem relação com um discurso de repressão policial e a tensão normativa com relação às suas formas e finalidades de uso, o termo droga também é frequentemente utilizado, endossando o status de ilicitude, “enquanto que o uso do termo *cannabis* marca a inserção do objeto no universo da saúde e do uso medicinal, conferindo, assim, um status simbólico atrelado ao cuidado”. Segundo Rodrigues (2008, p. 95) a mídia também participou do processo de criminalização da maconha, quando grupos proibicionistas frequentemente relacionavam os “negros à cocaína, hispânicos à maconha, irlandeses ao álcool, e chineses ao ópio”, ganhando agora o status de problema social e “caso de polícia”. Para Fiore (2008) a mídia se encarrega ainda de trabalhar com discurso do *risco*, buscando através de relatos de especialistas para responder a questões que envolvem o risco do consumo frequente, a relação entre consumo e condições de vulnerabilidade social, e indução pelo uso da maconha ao consumo de crack.

O grupo também critica a não neutralidade científica e tecnológica e os interesses capitalistas envolvidos, como o interesse das indústrias farmacêuticas em manter a maconha não legalizada para que continuem a fabricação de medicamentos que causam dependência química e efetuando a modificação dos compostos químicos da maconha, exacerbando seus efeitos; explicita a prática da ciência e da tecnologia sob influência de valores e interesses, conforme podemos observar na fala abaixo.

Claro que a ciência e tecnologia trazem benefícios para todos nós, mas no meu ponto de vista, nesse caso não. Porque a ciência não se preocupa em fazer medicamento com a maconha, já que é uma erva? Porque ela se preocupa em fazer medicamento eu seja profícuo para uma doença, mas que causas outro problema de saúde. [...] E as pessoas não tem essa informação. Por quê? Porque a tecnologia não passa informações adequadas quanto ao uso da maconha como medicamento, tem várias pesquisas que trazem resultados de pesquisas realizadas mostrando que a maconha pode curar ou ajudar no tratamento de doenças, como: AVC, síndrome de Dravet, câncer, enxaqueca, glaucoma, problemas intestinais e etc., e isso a maioria da população não tem conhecimento. (Integrante C do Grupo D).

Quando perceberam que a maconha era utilizada pelos índios para combater doenças, isso chamou a atenção dos governantes, e aí para eles isso seria uma forma de ganhar dinheiro e então o que eles fizeram? Eles proibiram o uso da maconha aqui no Brasil, porque virão que os índios tinham conhecimento de curar várias doenças com esse uso, então eles queriam utilizar desse conhecimento em benefício próprio (Integrante A do Grupo D)

Vale a pena ressaltar que, embora a fala da integrante afirme que a ciência não se preocupa em desenvolver medicamentos à base de maconha, no entanto, já há medicamentos com base na maconha, vestuário, e até alimentos e bebidas. No Brasil, está autorizada “a prescrição e importação de medicamentos com delta9-tetra-hidrocanabinol (THC) e/ou canabidiol (CBD) pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em 2016 (Brasil, 2016)”. (SOUSA; SANTOS; ALÉSSIO, 2018, p. 02). O problema então é sobre descriminalizar o seu uso.

Retomando um fragmento supracitado, uma integrante do grupo faz ainda uma interessante reflexão acerca da superioridade da ciência com relação a outros saberes que possuem potencial medicinal, como podemos observar na fala a seguir:

O ambiente que são pessoas inseridas nesse contexto são experimentos essenciais dessa junção de ciência e tecnologia, se está beneficiando o capitalismo das indústrias e dos proprietários está indo bem a ideia, mas, se iniciar um processo de que as pessoas possam produzir ou criar suas medicações e venham a ter resultados positivos, logo a tecnologia inicia um processo de informação e crítica. (GRUPO D-Integrante C)

A relação com de ciência e tecnologia com sociedade não foi claramente explicitada na proposta inicial do script. Já na versão final, o grupo deixa explícita a necessidade da população em se posicionar com relação ao uso da maconha, tendo em vista os benefícios em casos de doenças e o baixo custo em relação a outros tipos de tratamentos; ressalta a necessidade da construção de percepção crítica sobre o tema; reconhece a importância de se perceber aspectos controversos sobre o tema, bem como interesses políticos e econômicos que subjazem os argumentos que tanto tornam lícito quanto ilícito o uso de drogas; menciona a elaboração de atividade teatral em sala a fim de chamar a atenção das pessoas sobre o assunto; cita as mortes das populações marginalizadas pelo combate ao tráfico da maconha; alerta para possível aumento de algumas doenças, de dependência química como consequências da criminalização da maconha, do uso indiscriminado da mesma; reflete sobre a legalização do álcool.

A relação com a ambiente não foi mencionada no script inicial. No entanto, na versão final, o grupo expressa relações que se aproximam de uma visão ampla sobre ambiente, uma vez que cita como possíveis consequências da criminalização da maconha e legalização do álcool o aumento de mortes das populações marginalizadas pelo combate ao tráfico da maconha, o possível aumento de algumas doenças e a dependência química.

Quadro 19. Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC, no início e no final da disciplina, sobre o tema legalização da maconha para uso medicinal.

DOMÍNIOS	SCRIPT INICIAL	SCRIPT FINAL
Ciência	Conceitos de drogas, efeitos da maconha e álcool no corpo humano (cérebro, pulmões, coração, intestinos, fígado), tipos de drogas lícitas e ilícitas.	Aspectos históricos do uso da maconha, definir drogas lícitas e ilícitas, efeitos no organismo (cérebro, pulmões, coração, intestinos, fígado, pâncreas), doença de Crohn; refletir sobre aspectos das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; não neutralidade da ciência; aspectos políticos, econômicos e relações de poder sobre a liberação de determinadas drogas, questionamento da superioridade da ciência, política de redução de danos, benefícios da maconha para o tratamento de doenças.
Tecnologia	Não houve.	Influência da mídia por interesses mercadológicos; fabricação de medicamentos que causam dependência; modificação dos compostos

		químicos da maconha; separação de princípios ativos para fins medicinais (canabidiol e THC); prática sob influência da valores e interesses.
Sociedade	Não houve.	Posicionar-se com relação ao uso da maconha para a saúde humana; construir percepção crítica sobre o tema; reconhecer a importância em perceber aspectos controversos sobre o tema; elaborar atividade teatral a fim de chamar a atenção sobre o assunto; tratamento de baixo custo de doenças; mortes das populações marginalizadas pelo combate ao tráfico da maconha, possível aumento de algumas doenças, dependência química.
Ambiente	Não houve.	Mortes e preconceito a populações marginalizadas pelo combate ao tráfico da maconha, possível aumento de algumas doenças, dependência química.

Fonte: Elaborado pela autora.

Consideramos que, no início, o grupo alcançou parcialmente a indicação de relações entre C-T-S-A. Mas, no final, o grupo apresentou um alcance bem mais abrangente dessas relações, por conseguir expressar em seus discursos e no script, ainda que de maneira incipiente, uma visão crítica sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, tanto no que diz respeito aos discursos preconceituosos, racistas e do senso comum que apoiam a criminalização do uso da maconha em qualquer circunstância, quanto no que se refere ao papel que a ciência, a tecnologia e a sociedade possuem no combate a visões mercadológicas, científicas e racistas sobre o tema. Acreditamos que o grupo poderia ter alcançado ainda mais relações entre C-T-S-A; no entanto, as relações explicitadas atendem a uma visão crítica sobre o tema, considerando o espaço cronológico da disciplina, bem como as dificuldades relatadas pelo grupo em superar o tabu em abordar o tema, em especial no ensino fundamental.

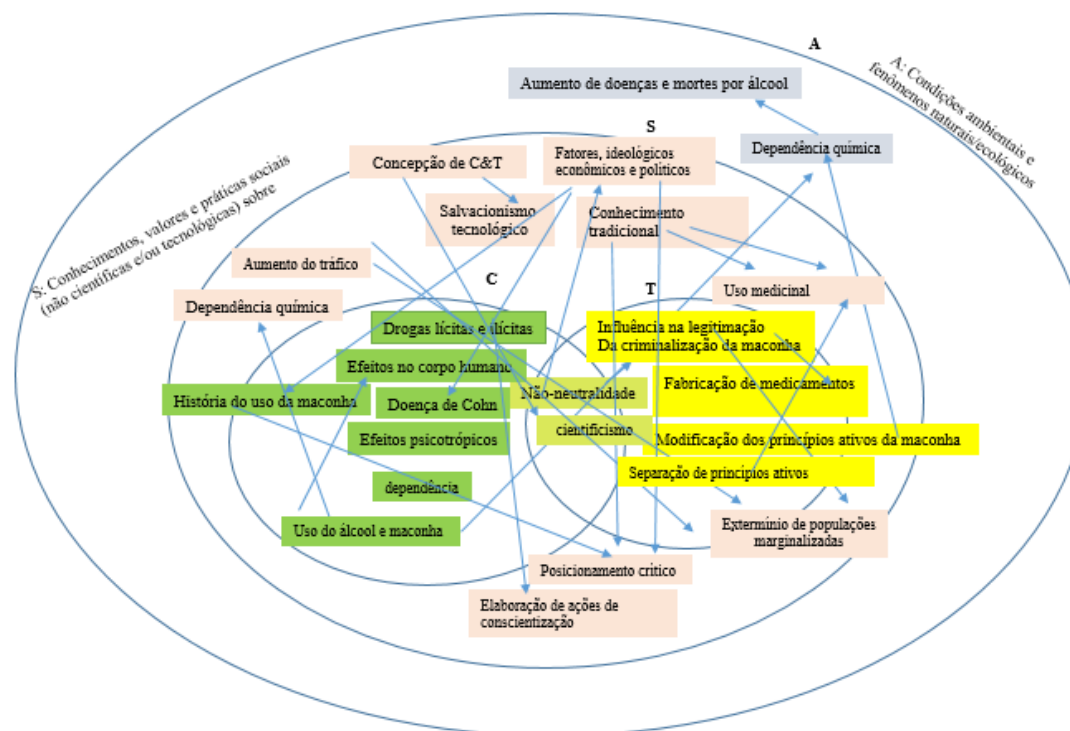
Quanto à manifestação de atitudes favoráveis ao ativismo sócio-político, encontramos, nas propostas de ensino, sinais desse ativismo apenas na versão final do script e nas falas dos alunos. Em uma passagem do script, o grupo citou a necessidade das pessoas se posicionarem com relação ao uso da maconha, reconhecendo seus efeitos para a saúde humana e reivindicando direitos em caso de doença; construiu uma percepção crítica sobre o tema; reconheceu a importância de se perceber aspectos controversos sobre o tema; elaborou atividade teatral, a fim de chamar a atenção sobre o assunto.

No esquema abaixo, apresentamos os conhecimentos que foram acionados pelo grupo no decorrer da SD e as relações por ele estabelecidas com os domínios CTSA sobre o tema legalização da maconha para uso medicinal.

O grupo apresenta as definições de drogas lícitas e ilícitas, os impactos destas na sociedade, e os efeitos no organismo; ampliam também a análise das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; ressaltam a não neutralidade da ciência, e os aspectos políticos, econômicos e relações de poder sobre a liberação de determinadas drogas; questionam

a superioridade da ciência; discutem os benefícios da maconha para o tratamento de doenças; alertam para a influência da mídia por interesses mercadológicos em manter a criminalização da maconha; discute a necessidade da população se posicionar com relação ao seu uso, tendo em vista os benefícios em casos de doenças e o baixo custo do tratamento. Além disso, ressaltam a necessidade da construção de percepção crítica sobre o tema e expressam relações que se aproximam de uma visão ampla sobre ambiente, uma vez que cita como possíveis consequências da criminalização da maconha e da legalização do álcool o aumento de mortes das populações marginalizadas pelo combate ao tráfico da maconha e o possível aumento de algumas doenças. Essas foram as principais relações que foram estabelecidas, considerando os termos-chave que o grupo selecionou para compor a figura das relações CTSA abaixo (Figura 10).

Figura 10. Esquema das inter-relações dos domínios CTSA articulados à QSC na fase inicial do script descritivo. Figura elaborada com base nas configurações apresentadas por Bencze (2008), encontradas no *site*: <https://webpace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html> e por Conrado (2017) com base nas ideias de ator-rede, e nos conteúdos do currículo associados às QSCs e nos domínios C-T- S- A.



Fonte: Elaborado pela autora.

Nesse sentido, podemos perceber que o aumento das relações entre os domínios CTSA estabelecidas pelo grupo no script final permitiram o enriquecimento das discussões sobre a temática da QSC, ampliando a percepção sobre os diferentes valores e interesses envolvidos e em como o desenvolvimento científico e tecnológico são influenciados por esses valores. Todos os elementos apresentados acima foram discutidos pelo grupo. Consideramos que este grupo alcançou os três níveis de alfabetização científica crítica (ACC) proposta por Hodson (2004), segundo este autor o desenvolvimento destes níveis envolve: Nível 1. Reconhecer as complexas interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, compreendendo que estas são construtos sociais passivos de interesses. Nível 2: Reconhecer os interesses que influenciam atividades científicas-tecnológicas. Nível 3: Reconhecer a importância da participação cidadã nas questões que envolvem CT, compreendendo os valores envolvidos e adotando um posicionamento. Neste grupo, observamos (6) mobilizações de alta complexidade, ou seja, quando o estudante mobiliza todos os domínios CTSA em conjunto e (12) mobilizações de média complexidade, quando ao estudante mobilizaram alguma combinação dos domínios CTSA e (4) mobilizações de baixa complexidade, quando os estudantes mobilizaram algum aspecto CTSA separadamente.

3.4.4 Grupo E: Impactos socioambientais do lixo eletrônico

Na análise do grupo que abordou o tema: **Impactos socioambientais do lixo eletrônico**, com relação à primeira unidade de análise, que se refere à apropriação da abordagem QSC (caso controverso, questões norteadoras, objetivos de aprendizagem), consideramos que os elementos centrais para a constituição da QSC foram apresentados de maneira insatisfatória na versão inicial do script, apresentando grande melhora na incorporação dos pressupostos supracitados na versão final. Assim, o caso apresentado, no script inicial, apresentou uma controvérsia; no entanto, esta não foi relacionada diretamente com impactos socioambientais do lixo eletrônico, mas do lixo de maneira geral. Na versão final do script descritivo, o grupo buscou relacionar a controvérsia do caso com o problema do lixo eletrônico, o consumismo e os prejuízos à saúde a partir dos diálogos apresentados entre os personagens do caso.

As questões norteadoras não foram apresentadas no script inicial. Na segunda versão, o grupo mobilizou algumas questões para a retomada do caso, bem como concepções éticas prévias sobre as controvérsias, como podemos observar a seguir: Essa situação é comum nos

dias atuais? Você concorda com a atitude de Juninho? E a postura de sua mãe foi correta? Caso ele venha a descartar esse aparelho no ambiente, quais os impactos para o ambiente ou para as pessoas esse descarte pode ocasionar? Já na versão final do script, o grupo avança, apresentando questões que permitiram o aprofundamento do tema, abarcando aspectos socioambientais, críticos e voltados à ciência e à tecnologia e à problematização do caso, como podemos observar a seguir: Essa situação é comum nos dias atuais? Você concorda com a atitude de Juninho? E a postura de sua mãe foi correta? Por que produzimos tanto lixo? Quem produz mais lixo? De quem é a responsabilidade pelo destino correto do lixo? O que o lixo pode causar para o solo, água, ar e para a saúde humana? Qual o efeito da radiação no corpo humano? Quem sofre mais com o acúmulo de lixo no ambiente? Como a tecnologia tem nos influenciado no consumo de bens materiais, como os celulares, tablets e computadores? Qual o objetivo da mídia ao nos mostrar todos os dias novos aparelhos? Quem é beneficiado com esse consumo? Quem é mais prejudicado? E a ciência, tem papel nisso?

A partir de tais questões, é possível discutir aspectos críticos que agravam a produção do lixo na sociedade, inclusive o lixo eletrônico, como o consumismo, sua relação com o sistema capitalista e seus impactos na sociedade e no ambiente. Zacarias (2009) chama a atenção para a insustentabilidade socioambiental dos atuais padrões de produção e de consumo da sociedade capitalista, o que nos faz caminhar em direção a uma crise ambiental. É importante salientar que muitos aspectos foram discutidos no script e na apresentação oral, mesmo sem estarem pré-definidos nos objetivos de aprendizagem e questões norteadoras. Observamos também que, além dos alunos avançarem a um nível satisfatório de escrita, eles manifestam um potencial interessante nos argumentos na fase final da disciplina.

Quanto aos objetivos de aprendizagem, podemos observar no quadro 20, abaixo, as dimensões dos conteúdos apresentadas pelo grupo, na versão inicial e final do script descritivo.

Quadro 20. Dimensões CPA mobilizadas no início e no final da abordagem de QSC sobre os impactos socioambientais do lixo eletrônico.

DIMENSÕES DO CONTEÚDO	SCRIPT INICIAL	SCRIPT FINAL
CONCEITUAIS	Importância da reciclagem; obsolescência programada.	Importância da reciclagem; obsolescência programada; produção do lixo <i>versus</i> modelo de desenvolvimento e avanços tecnológicos; consumo exagerado e impactos no ambiente (contaminação e empobrecimento do solo, impactando na produção de alimentos; lençol freático, ar); aparelhos descartados incorretamente tornam-se focos de mosquitos; presença de metais (arsênio, cobre, cádmio, alumínio) que impactam o ambiente e a nossa saúde (sistema nervoso, cardiovascular, respiratório); circularidade dos metais promovem a contaminação indireta; influência do arsênio no metabolismo dos peixes; relação arsênio - morte de seres vivos - proliferação de arbovíroses; efeitos da

		radiação no corpo humano (alterações genéticas, má formação fetal); incentivo da mídia no consumo de novas tecnologias; benefícios das tecnologias para a sociedade; impactos do mal uso das tecnologias para a sociedade; interesses particulares que subjazem essa produção; consumo de água na produção de aparelhos eletrônicos; impactos para as classes menos favorecidas; papel e vulnerabilidade socioambiental do catador; mal uso de aparelhos tecnológicos podem causar desastres ambientais.
PROCEDIMENTAIS	Identificação de formas corretas de descarte; elaboração de texto; identificação e reflexão sobre aparelhos o consumo de aparelhos novos no mercado e formas de descarte de aparelhos quebrados);	Identificação de formas corretas de descarte; elaboração, leitura e discussão de textos e charges; identificação de valores morais envolvidos no consumo exagerado; analisar a relação entre o desastre de Mariana e surto de arboviroses.
ATTITUDINAIS	Refletir sobre ideologia consumista e impacto no ambiente.	Refletir sobre ideologia consumista e impacto no ambiente; Política Nacional de Resíduos Sólidos; papel da sociedade e governo; reflexão sobre necessidade de repensar a troca frequente de aparelhos eletrônicos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Consideramos que, na versão final do script, o grupo atendeu totalmente a incorporação da estrutura de uma proposta de ensino baseada em QSC, apresentando caso controverso, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem bem delimitados e condizentes a uma abordagem ampla. Uma integrante do grupo emitiu a seguinte opinião sobre a experiência com QSC:

Depois de algum tempo foi preciso que mudássemos a abordagem da QSC para proporcionar um aprendizado completo/ amplo e significativo, não podemos só pensar na reciclagem do lixo, porque há processos mais complexos. Nessa nova fase, trabalhamos com o processo evolutivo do aparelho eletrônico, mostrando que a tecnologia trouxe benefício, mas também é preciso um olhar atento ao seu uso que poder ser direcionado para a criação de bombas e provocar tragédias ambientais. [...] Com esse script, percebi a relação existente entre a ciência e os seus avanços tecnológicos com a tragédia ambiental que aconteceu em Mariana-MG (Integrante B-Grupo E).

Observando o trecho acima, constatamos que a integrante fala sobre estar atento/a ao “uso da tecnologia”, o que denota, a princípio, uma visão neutra com relação aos aparatos produzidos pela ciência e tecnologia, os quais já são produzidos diante de interesses particulares, sem necessitarem de juízos de valor externos às mesmas. Nesse sentido, para Lacey (2008), a ciência foi historicamente resolvendo problemas da humanidade por meio de tecnologias, as quais são avaliadas na maioria das vezes de forma positiva. A junção da ciência com a tecnologia tem chamado a atenção dos setores da sociedade preocupados com os impactos que essa junção pode trazer. A tecnociência ou “ciência industrial”, quando dominada por interesses econômicos, não tem se preocupado com os seus efeitos na sociedade, causando cenários de devastação ambiental (CUPANI, 2004).

Jensen e Schnack (1997) afirmam que estar atento ao desperdício de água e de energia e preconizar a reciclagem é importante, mas, quando isoladas, essas atitudes não contribuem para a aprendizagem de forma efetiva, uma vez que falta o componente da ação. Layrargues (2016, p. 1) critica iniciativas em educação ambiental que tenham um foco somente na Coleta Seletiva, em detrimento de uma reflexão aprofundada “acerca dos valores culturais da sociedade do consumo, do industrialismo, do modo de produção capitalista e dos aspectos políticos e econômicos da questão do lixo”. É preciso contextualizar, de fato, este problema, conforme nos orientam Freire (1996) e Santos (2009), sendo necessária a discussão de aspectos que levem o indivíduo a visualizar a amplitude do problema na sociedade como um todo, entendendo quais são os indivíduos que mais sofrem com os lixoões, as desigualdades que subjazem a produção e a distribuição dos impactos socioambientais gerados pela sociedade do consumo, caracterizando um quadro de injustiça ambiental e também de racismo ambiental.

Após a ida a campo para a identificação do problema local, uma integrante expôs a sua opinião sobre o olhar curioso, intencionado, lançado sobre os problemas da sua realidade, como podemos observar no fragmento a seguir:

Sou moradora do bairro Santo Antônio, quando pensamos eu e demais colegas do grupo em realizar a pesquisa nesse local, acreditei que não encontraríamos algum problema, acredito que de tanto conviver com algo chega a um ponto que ficamos com um “olhar viciado” em relação ao objeto ou realidade, hoje olhando as fotos que tiramos parece ser de um local diferente que nunca tinha ido antes (Integrante C do Grupo E).

Freire (1996) é categórico ao defender a importância do olhar implicado, crítico, insatisfeito, indócil, sobre a realidade. Para Freire não é a curiosidade ingênua que faz a “tomada de distância epistemológica” do objeto de conhecimento, mas a curiosidade epistemológica. Esta tarefa cabe à curiosidade epistemológica, que permite a passagem do conhecimento do senso comum para o conhecimento científico.

Com a curiosidade domesticada posso alcançar a memorização mecânica do perfil deste ou daquele objeto, mas não o aprendizado real ou o conhecimento cabal do objeto. A construção ou a produção do conhecimento do objeto implica o exercício da curiosidade, sua capacidade crítica de “tomar distância” do objeto, de observá-lo, delimitá-lo, de cindi-lo, de “cercar” o objeto ou fazer sua aproximação metódica, sua capacidade de comparar, de perguntar. (FREIRE, 1996, p. 85)

Quanto à apropriação da pedagogia freireana, observamos que, no script inicial, o grupo buscou partir de uma problematização local e se aproximar dos conhecimentos prévios dos alunos; utilizou linguagem adequada, diferentes recursos pedagógicos; e lançou questões para os estudantes na sala de aula, mas não apresentou uma reflexão profunda, procurando compreender o objeto, mas isolando-o, o que não permitiu, então, o desenvolvimento de uma postura crítica. Segundo Freire (1996), para o desenvolvimento da curiosidade epistemológica,

é necessário a aproximação com o objeto, tornando possível compreendê-lo e desvelá-lo em sua essência.

Na versão final do script descritivo, o grupo mostra grande avanço na incorporação desses aspectos, na medida em que introduz o tema a partir de uma problematização e da discussão das controvérsias do caso, buscando desvelar situações de opressão e desigualdades em torno da produção e das consequências geradas pela má disposição do lixo. Em uma das questões lançadas, o grupo questiona: é mesmo necessário seguir determinados padrões de consumo? No script, o grupo esclarece que:

Quando agimos dessa forma estamos contribuindo para a produção de mais lixo eletrônico, degradando o meio ambiente. Isso na tentativa de se enquadrar a um padrão de consumo das novas tecnologias. Vocês sabem que os bens de consumo que compramos como: os eletrodomésticos, eletroeletrônicos são feitos para durarem menos tempo, fazendo com que a gente, consumidores, adquira sem consciência novos produtos? (GRUPO E)

Freire (1996) afirma que estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou aquela pergunta, em lugar de passividade em face das explicações discursivas do professor, não significa reduzir a atividade docente a perguntas e respostas, pois o fundamental é a postura aberta, dialógica e indagadora, e não apassivada enquanto fala ou enquanto ouve, quando professores e alunos se assumem epistemologicamente curiosos. Segundo Zacarias (2009, p. 120), através da “estética dos produtos, da ideologia da obsolescência programada, o capitalismo busca diminuir o valor de uso das mercadorias ao valor de troca”, fazendo as pessoas acreditarem que as coisas se modificam por si mesmas, ocultando os motivos pelos quais sempre uma nova necessidade é estabelecida, isso ajuda a ocultar a ideologia do consumismo.

Entendemos então que, para o capitalismo, os valores de uso não são orientados pela real necessidade, mas apenas para a expansão do capitalismo. Ainda nessa perspectiva, Layrargues (2016, p. 3) afirma ainda que

A vida útil dos produtos torna-se cada vez mais curta, e nem poderia ser diferente, pois há uma união entre a obsolescência planejada e a criação de demandas artificiais no capitalismo. É a obsolescência planejada simbólica, que induz a ilusão de que a vida útil do produto esgotou-se, mesmo que ele ainda esteja em perfeitas condições de uso. (Integrante A do Grupo E)

Segundo Auler (2011), as agendas de pesquisa andam alinhadas com as transnacionais, funcionando segundo uma lógica consumista, pautada na obsolescência programada. São aliadas, portanto, a uma lógica insustentável em termos ambientais. Com isso, observamos a não neutralidade da ciência e tecnologia, gerando impactos na sociedade, ao mesmo tempo em

que são produzidas por um grupo social que põe em primeiro lugar as suas demandas financeiras. Nesse panorama, faz-se necessário o desenvolvimento de valores que permitam a construção de uma práxis voltada para uma cidadania planetária.

Nesse sentido, o grupo buscou contextualizar o tema, trazendo a realidade vivida pelos/as estudantes para a discussão sobre o assunto, como podemos observar no fragmento a seguir:

A questão do lixo é um dos grandes problemas das cidades brasileiras e está diretamente ligada ao modelo de desenvolvimento que vivemos e ao incentivo do consumo, pois muitas vezes adquirimos coisas que não são necessárias, e tudo que consumimos pode produzir impactos no meio ambiente. Muitas vezes, ao falarmos do lixo, nos referimos somente ao lixo que produzimos na nossa casa, como lixo orgânico, materiais como papel, plástico, vidro e eletrônicos mais devemos também refletir sobre o que nos leva a produzir tanto lixo. Para entendemos melhor sobre o assunto iremos dar sequência à nossa aula, fazendo a leitura de um texto que tem como tema “seguir padrões é mesmo necessário?” (Grupo E)

Observamos que o grupo fez interessantes reflexões acerca das formas de consumo da sociedade atual, em detrimento de uma abordagem isolada sobre o lixo. Nessa perspectiva, buscou superar a ideia de que o problema do lixo é uma questão técnica, e não cultural, o que demanda uma mudança de postura e de valores éticos e morais condizentes com o bem-estar da humanidade. Caminhou, dessa maneira, ao lado de um discurso radical e subversivo na medida em que, para nós, dificilmente conseguiremos manter uma sociedade consumista sustentável. Layrargues (2016, p. 23) reitera que

É a obsolescência planejada simbólica que induz à ilusão de que a vida útil do produto esgotou-se, mesmo que ele ainda esteja em perfeitas condições de uso. Hoje, mesmo que um determinado produto ainda esteja dentro do prazo de sua vida útil, do ponto de vista funcional, simbolicamente já está ultrapassado. A moda e a propaganda provocam um verdadeiro desvio da função primária dos produtos.

Consideramos que o grupo buscou promover o diálogo entre diferentes saberes, uma vez que relaciona aspectos científicos do campo das Ciências Naturais com aspectos voltados às ciências sociais e ambientais, como podemos observar no fragmento a seguir: “Vocês sabem que os bens de consumo que compramos como os eletrodomésticos, eletroeletrônicos, são feitos para durarem menos tempo, fazendo com que a gente, consumidores, adquira sem consciência novos produtos?” e ainda “o arsênio, o mercúrio e várias outras [substâncias] penetram no solo e no lençol freático contaminando a água, os rios e impedindo o crescimento dos animais e das plantas, e isso causa um empobrecimento do solo pela perda de nutrientes fundamentais para a plantação”.

O problema do Lixo Eletrônico começa com a produção e o consumo, e com o incentivo da mídia, a indústria de eletroeletrônicos produzem aparelhos cada vez mais modernos e a mídia acaba convencendo as pessoas de que precisam trocar seus

computadores, celulares como foi o caso de Mariana e Juninho, câmeras e outros equipamentos em períodos cada vez mais curtos (Integrante E do E).

Segundo Tanaue *et al.*, (2015) o descarte inadequado do lixo eletrônico pode ocasionar a contaminação das águas, animais, plantas e solos através, do processo de bioacumulação, além de causar possíveis agravos ao corpo humano pela contaminação de metais pesados. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o Brasil é o país que mais gera resíduos eletrônicos por habitante, seguido por México, Marrocos e África do Sul. Diante de tal cenário, cabe a discussão nos espaços escolares sobre o consumo e descarte inadequado de aparelhos eletrônicos. Neste panorama, Zorzan e Bertan (2017) conseguiram mobilizar conteúdos conceituais e atitudinais sobre os impactos socioambientais do lixo eletrônico com alunos do ensino fundamental, ressaltando a importância desse tipo de abordagem para a formação crítica.

Layrargues (2016, p. 5) argumenta que discutir o consumismo e a obsolescência programada são estratégias que apresentam maior eficácia do que a reciclagem ao necessitar de menor energia para a conversão. Em suas palavras, “dobrar a vida útil de um produto significa diminuir pela metade o consumo de energia, o lixo e a poluição gerada” (LAYRARGUES, 2016, p. 5). O problema é que, muitas vezes, nem os discursos oficiais sobre a questão do lixo tratam o consumismo como um problema, camuflando interesses particulares atrás do slogan “*consumismo insustentável*”. Mas será que existe consumismo sustentável?

Observamos também que o grupo utiliza uma linguagem apropriada no contexto da sala de aula, favorecendo a aproximação dos/as alunos/as com a linguagem formal. Busca também explicar o assunto a partir de imagens e outros recursos pedagógicos que permitem visualizar a aplicabilidade do conceito estudado. O grupo propõe a utilização de diferentes estratégias para ensinar os conteúdos, a saber: o uso do caso, leituras de reportagens atuais sobre o assunto, produção e discussão de textos de divulgação científica, slides, vídeo, charges. Essas atividades são interessantes do ponto de vista pedagógico, pois incentivam a participação, a argumentação e o posicionamento dos/as estudantes. O fato de lançar perguntas aos/às estudantes pode favorecer também o posicionamento dos/as estudantes frente à problemática em questão, bem como a busca de informações sobre o assunto. Acreditamos que a postura observada nos discursos analisados nesse script se aproxima de uma prática dialógica na medida em que conhecer se desdobra em ação transformadora, a qual os seres humanos devem exercer sobre a realidade, sendo que só alcançamos tal posicionamento ao ensinar através de métodos que promovam a participação e a reflexão crítica.

Observamos também que, na versão final, o grupo faz importantes reflexões sobre a perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia e seus impactos na sociedade e no ambiente, como podemos ver no fragmento a seguir:

Para vocês quem cria essas tecnologias? (resposta dos alunos) esses aparelhos e recursos tecnológicos são criados por empresas que possuem muito capital financeiro, ou seja, eles têm muito dinheiro para investir em novas tecnologias, mas precisamos saber que eles têm interesses próprios por trás dessa produção, que é o de vender cada vez mais aparelhos, para que suas empresas cresçam financeiramente, muitas vezes, o mal uso dos recursos tecnológicos pode gerar sérios problemas como a criação de bombas, a poluição do ar e contaminação do solo e de rios. (mostrando no slide imagens de tecnologias que possuem esses dois aspectos) (Integrante E do Grupo E).

Neste panorama, constatamos que, Em *Ação Cultural para a Liberdade e Outros Escritos*, Freire (1975) problematiza a necessidade de mitificação, pelas forças dominantes, da ciência e da tecnologia, para que inclusive, essas forças continuem a utilizar esses recursos em detrimento de benefícios sociais. Para o autor, “o pensar crítico é fundamental também como um modo de enfrentar a potencialidade mitificante da tecnologia, que se faz necessária à recriação da sociedade” (FREIRE, 1975, p. 97). O irracionalismo gerado com a ajuda das transformações tecnológicas e dos meios de comunicação limita, ao seu interesse, as maneiras de pensar e agir dos indivíduos. Nessas sociedades, o comportamento é quase automatizado, os indivíduos não se arriscam, pois nunca há necessidade de problematizar as situações vivenciadas. A tecnologia, então, é vista como divindade, e não como uma expressão da criatividade humana. Para o autor, para se evitar desvios míticos com relação à produção tecnológica, a sociedade deve se orientar contrária ao consumismo. É importante problematizar a passagem em que o grupo fala do integrante quanto ao “ mau uso de recursos tecnológicos”, à medida que, indica que na sua percepção a produção desta tecnologia é neutra, deixando a responsabilidade de pensar sobre os impactos da tecnologia, apenas para as pessoas, no entanto, é preciso problematizar também os valores subjacentes a sua produção.

A partir da necessidade de problematizar aspectos relacionados à natureza da ciência em sala de aula, ressaltamos a importância de abordar, no ensino de Ciências, aspectos relativos à produção de conhecimentos científicos, ou seja, entender como esses conhecimentos são produzidos e os desdobramentos da ciência e da tecnologia na sociedade, uma vez que, para pensarmos criticamente, analisar controvérsias que envolve ciência e tecnologia e tomar decisões de fato, informadas, é preciso muito mais do que a compreensão de conceitos relacionados às Ciências Naturais, mas também dos desdobramentos sociocientíficos dos aparatos científicos e tecnológicos na sociedade. Faz-se necessário que o/a professor (a) se reconheça enquanto intelectual formador (a), capaz de olhar criticamente a realidade,

exercendo o seu papel de agente transformador da realidade, de forma a identificar e se posicionar diante de fenômenos da alienação e opressão que tornam ideologias tecnocráticas possíveis (ANDRADE, 2016). Cabe ao ensino de Ciências, portanto, problematizar posicionamentos tecnicistas e abordagens descontextualizadas da ciência e da tecnologia (PEDRETTI, 2003). Segundo Hodson (2014), a perspectiva CTSA permite a compreensão por parte dos alunos de que o trabalho científico é influenciado por um conjunto de aspectos sociais, políticas e econômicos contemporâneos, os quais são importantes para adquirir uma visão ampliada sobre os problemas sociocientíficos. Observamos, a partir do fragmento acima, que o grupo questiona a neutralidade tecnológica, ao afirmar que ciência e tecnologia possuem interesses particulares.

Podemos observar, através do fragmento a seguir, as relações estabelecidas, pelo integrante, sobre o uso de novas tecnologias, consumismo e obsolescência programada.

Quando agimos dessa forma, estamos contribuindo para a produção de mais lixo eletrônico, degradando o meio ambiente. Isso na tentativa de se enquadrar a um padrão de consumo das novas tecnologias. Vocês sabem que os bens de consumo que compramos, como os eletrodomésticos, eletroeletrônicos, são feitos para durarem menos tempo, fazendo com que a gente, consumidores, adquira, sem consciência, novos produtos? (Integrante B do Grupo E)

Layrargues (2016, p. 6) chama a atenção para o significado da reciclagem na sociedade capitalista, uma vez que pode representar “a salvação da cultura do consumismo, a permanência da estratégia produtiva da descartabilidade e da obsolescência planejada, permitindo a manutenção do caráter expansionista do capitalismo”, sem um questionamento sobre os desdobramentos socioambientais causados pelo esgotamento dos recursos naturais, saturação dos depósitos de lixo, bem como as condições desumanas dos catadores e pessoas que vivem próximo aos lixões.

Nesse sentido, o grupo buscou incentivar nos estudantes uma mudança de postura quanto ao consumo exagerado de aparelhos tecnológicos, chamando a atenção para as possíveis consequências desse consumo para a saúde humana e ambiental, a partir do olhar sobre a prática cotidiana dos/as alunos/as, fazendo-os/as refletir sobre ações tomadas no dia a dia que contribuem para o agravamento do problema, como podemos observar no fragmento abaixo:

Agora, vamos distribuir para vocês alguns panfletos e revistas com aparelhos tecnológicos à venda para fim de observarmos a variedade dos novos lançamentos expostos no mercado. Depois, vocês irão recortar três desses aparelhos que há na suas casas ou que tenham vontade de comprar e colar nos cadernos. (deixar um tempo para que os estudantes realizem a colagem), terminaram? Agora, vamos conversar sobre essa atividade. Quais produtos vocês escolheram para comprar (resposta dos alunos), e qual o motivo da escolha de vocês? (resposta), existe diferença desse

modelo atual para o anterior que há na casa de vocês e o que seria feito com esse mais “velho”? (resposta dos alunos). (Grupo E)

Nessa perspectiva, observamos que a reflexão feita pelo grupo se alinha a uma perspectiva progressista de educação ambiental, a qual é concebida como instrumento de transformação social. Para Layrargues (2016, p. 19), “seu verdadeiro sentido é a promoção da reflexão dos valores fundamentais da sociedade moderna e das instituições que se valem desses princípios para dominar, oprimir e explorar tanto a natureza como certas camadas da sociedade”. Nesse sentido, o grupo problematiza as relações de produção e consumo de novas tecnologias existentes na sociedade atual. Para Mucelin e Belline (2008), o consumo de bens materiais e a produção de lixo são fatores coadjuvantes, pois considera inevitável a geração de lixo diante da cultura do consumo, o que ainda é agravado pela ausência de coleta destes resíduos em cerca de 33% dos municípios brasileiros.

Observamos com isso que o grupo encoraja a participação dos/as alunos/as na busca de informações, sugerindo leituras e discussões em sala de aula. Claramente, o grupo aborda valores e atitudes, adota postura de empatia e problematiza a situação dos catadores de lixo, como podemos observar no fragmento a seguir:

E quem mais sofre com isso tudo somos nós, que ficamos vulneráveis a doenças, a contaminação, a prejuízos na agricultura e principalmente os catadores de materiais recicláveis, podendo desenvolver casos de dengue e outras doenças também causadas pelo contato direto com alguns elementos presentes na composição dos aparelhos, para os catadores de material reciclável o lixo funciona como uma espécie de geração de emprego e renda, envolvendo questões sociais, ambientais e de saúde pública, mas é preciso ter cuidado e uma consciência ambiental porque vários materiais podem ser prejudiciais para a saúde quando se tem um contato direto, como as substâncias químicas e até mesmo o vidro e o metal (GRUPO E).

Freire (1996) e Santos (2009) salientam a importância de, ao se discutir o currículo escolar existencial dos/as alunos/as na perspectiva de formação crítica, que se problematize as condições de desigualdades vividas pelos diferentes grupos sociais, na medida em que se observa que, determinados grupos de catadores vivem em uma situação de marginalização entre o “ser marginal” e o “ser trabalhador”, sem ter, portanto, uma identidade reconhecida (ROSA, 2014). Um estudo, realizado por Rosa (2014), denuncia o preconceito sofrido por mulheres catadoras de lixo, indagando como os preconceitos de gênero e de classe social refletem na construção de uma identidade invisível ou subalterna.

Observou-se que foi possível destacar o papel do/a catador (a), bem como a situação de vulnerabilidade vivida por esses/as profissionais em seus locais de trabalho. Buscou-se valorizar o trabalho desses/as profissionais, conhecer a realidade vivida por eles/as, bem como identificar as situações de risco vivenciadas, por meio de uma entrevista com o catador do bairro

pesquisado. Segundo Romancini, Viana e Gonçalves (2005, p.78), o catador enfrenta a desvalorização, a suscetibilidade a contrair doenças de pele, acidentes com vidros, perfurocortantes, bem como a descriminalização e estigma, “o que o impede de ser visibilizado pela sociedade que o produz bem como de reconhecer a si mesmo como cidadão, afinal quem quer ser identificado com algo em que pese o estigma da sujeira (lixo) e da pobreza?”. Outro fator que auxilia na construção da rejeição do catador é que eles ajudam a reintroduzir na cadeia de produção algo que já foi produzido, e que portanto, é visto como ultrapassado, velho, inviabilizando a lógica de mercado que é produzir e destruir. O catador/a é resultado de uma sociedade capitalista neoliberal tal como ela propõe, desigual. Ele existe para trabalhar no lixo produzido pela sociedade moderna que por sua vez, pretende mantê-lo na mesma posição em que está, omissos, invisibilizados para que ninguém note que algo está errado.

O grupo E buscou compreender de maneira aprofundada a relação entre o uso/fabricação de novos aparelhos eletrônicos, o consumo de água e os impactos do descarte inadequado de aparelhos eletrônicos no meio ambiente, conforme podemos observar no fragmento abaixo:

Vocês sabiam que, para produzir aparelhos, como um chip, é utilizada uma grande quantidade de água? Essa grande quantidade de recursos naturais que são utilizados para a fabricação dos nossos celulares, computadores, máquina de lavar, televisão, rádio entre outros causam grandes danos ao ecossistema. Além da poluição do ar, dos rios, com a conseqüente morte dos peixes, a contaminação do solo que faz com que ele não sirva para plantar alimentos da agricultura familiar. Vocês se lembram das substâncias tóxicas que falamos anteriormente que estão presentes no lixo eletrônico? O arsênio, o mercúrio e várias outras penetram no solo e no lençol freático, contaminando a água, os rios e impedindo o crescimento dos animais e das plantas, e isso causa um empobrecimento do solo pela perda de nutrientes fundamentais para a plantação. Sabiam que esse ciclo afeta todos na sociedade? Se o solo se torna contaminado e improdutivo, o pequeno agricultor não vai conseguir manter a sua plantação, que, por muitas vezes, é a única renda da sua família, e isso também nos afeta diretamente porque, a um longo prazo, com toda essa contaminação, a produção de alimentos provenientes da agricultura familiar, que é o que compramos, estará cada vez mais reduzida, sendo que a plantação que foi contaminada não pode ser ingerida, por causa dos danos à saúde que falamos anteriormente (GRUPO E).

É interessante a visão acima apresentada pelo grupo, a qual indica um nível de compreensão do processo de circularidade dos metais na natureza, bem como os seus efeitos na sociedade e no ambiente, e especificamente na agricultura familiar. Segundo Andrade *et al.*, (2009, p. 1880) o aumento das atividades industriais, agrícolas e de urbanização tem contribuído com a contaminação dos solos por metais pesados. “A destruição da cobertura vegetal em áreas de mineração agrava a degradação do solo, promovendo erosão hídrica e eólica e a lixiviação dos contaminantes para o lençol freático, desencadeando progressivo grau de contaminação de outras áreas”.

Freire (1997) defende que precisamos assumir o dever de buscar a formação de princípios éticos de respeito à vida dos seres humanos, dos animais e florestas, lançando um olhar problematizador no nosso contexto. Para o autor, para que haja amorosidade entre os seres humanos, precisamos aprender a amar o mundo. Freire (1997, p. 31) salienta ainda que “a ecologia ganha uma importância fundamental neste fim de século. Ela tem de estar presente em qualquer prática educativa de caráter radical, crítico e libertador”.

Uma das integrantes do grupo emitiu a seguinte opinião sobre os ideais freireanos: “Paulo Freire propõe uma formação que vai além do ato de aprender a escrever e a ler, mas sim a valorização de uma ferramenta crítica, politizada, que transforme a vida dos sujeitos, compreendendo que estes são sujeitos ativos da sociedade” (Integrante B). Freire (1975) defende a necessidade de reflexão e ação para a construção de uma postura crítica. Assim, observamos, na fala acima, a incorporação no discurso da necessidade de tomada de decisão dos sujeitos perante a sua realidade, transcendendo a escala individual e apenas teórica, mas desvelando as relações dos seres humanos com o mundo, na práxis, o que Freire chamou de “palavração”. Nessa perspectiva, Freire problematiza a necessidade de superar, através da formação do pensamento crítico, a dicotomia existente entre trabalho manual e intelectual. Para ele, os trabalhadores da roça e das fábricas são intelectuais também, pois agem de modo consciente, capazes de prever, programar e dar finalidade ao seu trabalho. Nesse sentido, consideramos que o grupo alcançou de maneira satisfatória todos os critérios freireanos estabelecidos para a construção da sequência didática.

Quanto à construção de pensamento crítico, observamos que este não foi alcançado no script inicial, uma vez que o grupo apresentava objetivos de aprendizagem e discursos que não possibilitavam uma compreensão profunda sobre o problema a ser discutido, negligenciando aspectos políticos, econômicos, socioculturais e ambientais inerentes à questão do lixo e necessários para uma compreensão profunda do problema. No entanto, no script final, o grupo apresentou interessantes reflexões, as quais nos permitem inferir que houve alcance de pensamento crítico pelo grupo. Retomamos o fragmento citado anteriormente, no qual podemos observar indícios de uma formação reflexiva:

E quem mais sofre com isso tudo somos nós que ficamos vulneráveis a doenças, a contaminação, a prejuízos na agricultura e principalmente os catadores de materiais recicláveis podendo desenvolver casos de dengue e outras doenças também causadas pelo contato direto com alguns elementos presentes na composição dos aparelhos, para os catadores de material reciclável o lixo funciona como uma espécie de geração de emprego e renda, envolvendo questões sociais, ambientais e de saúde pública, mas é preciso ter cuidado e uma consciência ambiental porque vários materiais podem ser prejudiciais para a saúde quando se tem um contato direto, como as substâncias químicas e até mesmo o vidro e o metal (Grupo E)

Segundo Freire (1974), a ação cultural para a dominação se baseia em mitos, pois não problematiza a realidade e se alia a interesses dominantes. Assim, não devemos lançar um olhar unidirecional à nossa realidade, mas problematizar o que encontramos nela, bem como quais classes habitam aquele espaço e quais problemas são vivenciados. A reflexão acima, portanto, é importante, pois trata das condições de vulnerabilidade em que vivem as pessoas de diferentes classes sociais com relação ao lixo. Para Torres e Solbes (2018), adquirir pensamento crítico envolve compreender a QSC de maneira ampla, integral, estabelecendo relações do problema estudado com dimensões éticas, políticas, sociais, ambientais, morais, culturais, filosóficas, aproximando-se rigorosamente do objeto cognoscível. Nesse sentido, na fala “Sabiam que esse ciclo afeta todos na sociedade?”, pensamos que o grupo poderia ter mobilizado as diferentes consequências das desigualdades sociais: nesse caso, o problema em questão afeta as pessoas de modo diferente, uma vez que alguns podem pagar para viver em condições mais favoráveis, enquanto pessoas com menor poder aquisitivo e outros seres vivos não terão essa escolha. Para Mucelin e Bellini (2008) é comum as pessoas não perceberem problemas graves do seu cotidiano, à medida que estes hábitos são construídos culturalmente, não levando o sujeito a refletir sobre estas condições de vida. Nesse sentido, Ruscheinsky (2010) afirma que não é possível negar o nexos entre consumo e meio ambiente, produção e cultura e entretenimento, estes constituem processos imbricados e que fazem parte de uma rede de relações complexas capazes de revelar as contradições e desigualdades sociais, relações de poder que condicionam a lógica de competição de status e ostentação. Para Hodson (2018, p. 37) a frequência com que a degradação ambiental impacta os pobres, desfavorecidos, marginalizados muito mais do que os ricos e poderosos justifica o termo ‘racismo ambiental’. As substâncias consideradas perigosas e portanto, proibidas em países do Norte, são enviadas aos países do Sul, economicamente mais vulneráveis, isto acontece, por exemplo, através da indústria farmacêutica, da liberação de agrotóxicos e envio de resíduos tóxicos de países como Estados Unidos e Europa para países pobres como Serra Leoa e Guiné-Bissau, em troca de ajuda financeira (BROOKE, 1998; IBITAYO, 2008). É preciso portanto, problematizar em profundidade a produção do lixo pela sociedade moderna, desde o glamour do consumo à produção do lixo e as diferentes consequências socioambientais, para os diferentes grupos sociais.

As falas analisadas acima indicam o alcance da capacidade de PC no que se refere à manifestação de compreensão ampla da QSC, bem como da realização de juízos éticos frente ao problema sociocientífico, entendendo a contribuição dos mesmos para o cumprimento das necessidades humanas e para solução de problemas do mundo e do próximo, levando à reflexão

sobre os impactos do uso de aparelhos eletrônicos no ecossistema (TORRES; SOLBES, 2018; TORRES; MERCHAN, 2014). Para Tenreiro-Vieira e Vieira (2013), a compreensão conceitual e axiológica sobre um tema são condições essenciais para a construção do pensamento crítico. Observamos também indícios de formação de pensamento crítico quando o grupo busca entender as origens do problema do lixo eletrônico e a influência da mídia nos processos de compra desses bens de produção, como podemos observar no fragmento abaixo:

O problema do Lixo Eletrônico começa com a produção e o consumo, e com o incentivo da mídia, a indústria de eletroeletrônicos produzem aparelhos cada vez mais modernos e a mídia acaba convencendo as pessoas de que precisam trocar seus computadores, celulares como foi o caso de Mariana e Juninho, câmeras e outros equipamentos em períodos cada vez mais curtos. Antigamente os produtos eram produzidos para durar mais, agora devido à grande demanda, os produtos são fabricados para durar cada vez menos, o que acaba gerando muito mais lixo (Grupo E).

Ao defender a necessidade de construção de pensamento crítico, Freire (1967) esclarece que, para que os indivíduos alcancem um posicionamento libertador, se faz necessário conhecer de maneira profunda, e não ingênua, um problema. Torres e Solbes (2018) e Torres Merchan (2014) também compartilham desse princípio. Nas palavras de Freire (1967, p. 103), “quanto menos criticidade em nós, tanto mais ingenuamente tratamos os problemas e discutimos superficialmente os assuntos”. Observamos o quanto o grupo buscou estabelecer diferentes relações com o problema abordado, através do estudo de diferentes áreas do conhecimento, e das relações entre C-T-S-A. Segundo Nogueira e Mansano (2010) é preciso problematizar a prática do consumo fomentado pela sociedade atual com a ajuda dos meios de comunicação, a qual confere muitas vezes, um aspecto de glamourização ao consumo, sem as devidas reflexões sobre os impactos deste consumo para a vida na terra, denunciando a insustentabilidade do consumo sustentável e da reciclagem, sob o argumento de que reciclar poderia amenizar os efeitos do consumismo.

Para duas integrantes do grupo, o trabalho a partir da QSC sobre o lixo eletrônico permitiu ampliar o olhar inicial fragmentado e limitado acerca das possibilidades de relações que poderiam ser estabelecidas a partir do tema, como podemos observar nos fragmentos a seguir:

Me recordo que na primeira aula foi proposto para construirmos um plano de aula e construir o meu com o tema lixo e nas atividades propostas pensei em falar sobre reciclagem. Hoje, depois dos aprendizados nas aulas, pude perceber que existem outras questões que também podem ser relacionadas ao lixo como o consumo, a influência da mídia que nos influencia a comprar e consumir sem pensarmos nas consequências que esse consumo pode gerar (Integrante A- Grupo E)

A controvérsia ocorre ao observar que a ciência resolve problemas de saúde com seus procedimentos e por outro lado, o uso e aplicação inconsequente gera impactos nocivos, como desequilíbrio, surtos de doenças, degradação ambiental (problematizar a ideia de avanço). A controvérsia do uso excessivo de aparelhos eletrônicos demonstra que há implicações para a vida ao mesmo tempo que agiliza questões de comunicação e desenvolvimento social, gera outra perspectiva, como: distanciamento das relações interpessoais. Consequência: esgotar os recursos naturais para continuar promovendo a comodidade, praticidade e bem-estar, sem observar os impactos que põe o ser humano em condição de vulnerabilidade. (Integrante C- Grupo E)

Freire (1975, p. 106) discute o problema do analfabeto político e seus desdobramentos na construção da imagem elitista e neutra da ciência. Para o autor, o analfabeto político é aquele que possui uma percepção ingênua sobre os problemas da realidade como algo dado, imutável, inquestionável. O autor ainda complementa o seu argumento, explicando que

Se é um cientista, tenta “esconder-se” no que considera a neutralidade de sua atividade científica, indiferente ao uso que se faça de seus achados, desinteressado em sequer pensar a serviço de quem trabalha, quase sempre, ao ser indagado sobre isto, responde vagamente que está a serviço dos interesses da humanidade (FREIRE, 1975, p. 106),

As falas acima indicam algum alcance de PC, uma vez que indicam uma compreensão equilibrada e crítica da ciência, reconhecendo-a como atividade humana que envolve múltiplas relações com tecnologia, sociedade e ambiente, nas quais estão presentes relações desiguais de poder (FREIRE, 1996; TORRES; SOLBES, 2018; TORRES MERCHAN, 2014), bem como apresentam uma análise ampla sobre a ciência e tecnologia e o consumo impensado dos bens de consumo. É interessante problematizar a passagem em que a integrante do grupo diz: “o uso e aplicação inconsequente gera impactos”, a qual indica uma possível imagem neutra da ciência, atribuindo a quem utiliza os aparatos tecnológicos o poder de avaliar os seus riscos e benefícios, como se a ciência fosse, então, neutra. Indica, porém, a superação de uma visão salvacionista de CT, ao analisar impactos da ciência na sociedade. Rosa e Auler (2016, p. 222) afirmam que

Há um silenciamento sobre o fato de que as implicações na sociedade, consideradas boas ou más, positivas ou negativas, com mais ou menos qualidade de vida para o coletivo social, já estavam implícitas, previstas que ocorressem (independentemente de um “bom” ou “mau” uso), considerando os valores, os interesses daqueles que conceberam esse, e não outro desenvolvimento científico tecnológico.

Os autores exemplificam essa relação ao mencionar a tecnologia ‘terminator’, que corresponde a um gene que, quando incorporado às sementes, faz com que elas originem plantas de sementes estéreis. Interesse e intencionalidade materializados nas sementes (produto científico-tecnológico) com o objetivo de tornar o agricultor dependente de empresas transnacionais no fornecimento de sementes. Nesse sentido, observa-se valores particulares

implícitos na tecnologia produzida, a qual atende a determinados interesses privados de grupos sociais.

Um aspecto interessante trazido por duas integrantes do grupo foi sobre a importância do trabalho a partir de QSC na perspectiva CTSA para a sua formação, como poderemos observar nos fragmentos a seguir:

Além de ser importante para nós, futuros professores, entender que o ensino de Ciências principalmente nas séries iniciais vai muito além de ensinar meio ambiente, corpo humano, animais e plantas. Mas, sim pensar o lado científico, político e econômico. Além de desfazer o pensamento de que ensinar nas séries iniciais assuntos relacionados a Ciências e assuntos científicos é complexo para as crianças entenderem, porém é o contrário, utilizando de outros métodos e relacionando a teoria e a prática, é riquíssima a aprendizagem dos alunos (Integrante A - Grupo E)

A ciência é feita por todos, envolve ideologias de grupos dominantes, é preciso desenvolver atividades práticas para que o aluno compreenda as consequências do desmatamento e da perda da mata ciliar. A escola não realiza um aprofundamento entre as relações da sociedade, tecnologia, ciência e ambiente sobre o consumo de água (Integrante B - Grupo E).

Sobre a segunda afirmação apresentada acima, é interessante problematizar a passagem em que uma aluna fala que “a ciência é feita por todos” e destaca a necessidade de demarcação do que é e do que não é considerado ciência. Não podemos cair em um relativismo em que tudo pode ser considerado válido cientificamente. Por outro lado, a ciência é uma das formas de explicação dos fenômenos naturais, sendo assim, existem outras fontes de conhecimento e outras formas de conhecer a natureza, construída nos seios de diversas culturas, inclusive nas comunidades tradicionais (SOUTHERLAND, 2000). Assim, consideramos a partir das duas falas acima, um alcance de PC, uma vez que compreender a ciência como construção social, não neutra, bem como suas relações com a tecnologia e desdobramentos na sociedade e no ambiente, são aspectos essenciais na formação do pensamento crítico a partir de QSC, segundo Torres e Solbes (2018). Essas problematizações superam as expectativas que são construídas com relação à formação dada aos/às estudantes de Ciências Naturais. Para Rosa e Auler (2016, p. 227), “é compreensível que professores (as) da área de Ciências da Natureza verbalizem, priorizem o campo científico-tecnológico. Essa foi sua formação, carente de uma reflexão no campo da epistemologia e da sociologia da ciência”.

Freire (1975) discute sobre o direcionamento às inovações científicas e tecnológicas pelo homem, tendo em vista a finalidade dada às transformações provenientes da ciência e da tecnologia, se a serviço do bem comum e, portanto, engajada na resolução de problemas locais, ou utilitarista e aliada a interesses particulares neoliberais. Segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2013), procurar diferentes pontos de vista e identificar as suas potencialidades e limitações na

solução de problemas, indicando consequências para a sociedade, é fator que deve ser considerado na construção de PC. O PC analisa as coisas em profundidade, de maneira que exhibe as ações do ser humano, visando, assim, fugir das limitações construídas, por meio de um pensamento libertador para a vida individual e coletiva. Portanto, o PC não se conforma com os discursos estabelecidos, mas busca identificar as contradições e se permite propor possíveis alternativas (TORRES; SOLBES, 2018).

Freire (1967) apresenta uma situação-limite na qual problematiza a ação do homem sobre o mundo, discutindo o avanço tecnológico na espingarda em confronto com o arco e flecha. Assim, discute que a transformação do homem sobre o mundo somente é válida se implicada com a humanização e a libertação. Na imagem abaixo, podemos observar a ilustração que daria início à discussão do assunto, nos círculos de cultura.

Figura 11. O caçador letrado



Fonte: Educação como Prática da Liberdade (FREIRE, 1967).

Um aspecto interessante trazido pelo grupo é a relação entre produção e consumo de materiais eletrônicos, má disposição desse lixo e aumento de casos de arboviroses, como podemos observar no fragmento a seguir:

[...] muitos desses materiais que são utilizados na fabricação dos aparelhos possuem substâncias que contaminam o solo, a água, o ar e também podem causar doenças graves, quando deixamos objetos que podem acumular água, como, por exemplo, fogão, refrigerador, brinquedos quebrados, liquidificador e vários outros expostos no ambiente podem se tornar focos do mosquito *Aedes aegypti*, mais conhecido como dengue (Grupo E).

Segundo Tauil (2001), os surtos de arboviroses têm relação estreita com os processos de urbanização desordenada, o inchaço das grandes cidades, a falta de saneamento básico, bem como os desequilíbrios ambientais, tais como o aumento do efeito estufa e o desmatamento. O

inchaço das grandes cidades foi também impulsionado pela Revolução Verde, que causou, em grande medida, a substituição do trabalhador por máquinas, provocou um significativo êxodo rural e aumentou a favelização e a urbanização desordenada (ABRASCO, 2015). Segundo Vale (2016), existe uma tentativa de definir de quem é a culpa pela proliferação da dengue, sendo que, atualmente, as propagandas veiculadas pelos principais meios de comunicação tiram o foco das questões primordiais, como saneamento, acesso a água encanada, coleta de resíduos, prevenção e promoção da saúde, como se o problema pudesse ser resolvido somente com ações pautadas na esfera individual, propondo saídas mirabolantes quando ao mesmo tempo não se busca resolver os gargalos sociais, que são fatores que desencadeiam a proliferação dessas arboviroses. É relevante salientar o papel que o agronegócio e a agricultura exercem sobre a natureza e como isso se desdobra, por meio da proliferação de doenças, em problemas socioambientais locais e globais.

O grupo construiu uma reflexão interessante sobre a produção e o consumo de aparelhos eletrônicos e o rompimento da barragem de Mariana em Minas Gerais. Uma das integrantes do grupo emite o seguinte depoimento:

Nessa nova fase, trabalhamos com o processo evolutivo do aparelho eletrônico, mostrando que a tecnologia trouxe benefício, mas também é preciso um olhar atento ao seu uso que pode ser direcionado para a criação de bombas e provocar tragédias ambientais. [...] Com esse script, percebi a relação existente entre a ciência e os seus avanços tecnológicos com a tragédia ambiental que aconteceu em Mariana-MG (Integrante B -Grupo E).

A fala acima indica o alcance de PC, no que se refere a não se limitar a discursos dominantes sobre a ciência e a tecnologia, avaliar a credibilidade das fontes, tendo em vista interesses particulares, adotar postura questionadora em torno dos debates envolvendo C-T-S-A, bem como avaliar diferentes pontos de vista, identificando as suas potencialidades e limitações. No entanto, a passagem em que a integrante diz que “é preciso um olhar atento ao seu uso que pode ser direcionado para a criação de bombas e provocar tragédias ambientais” indica a concepção de uma imagem neutra da ciência e da tecnologia, responsabilizando as pessoas pelas consequências do seu uso, sem questionar a ontologia existente por traz das produções científicas e tecnológicas. Deste modo, a integrante não explicita a intencionalidade dos envolvidos no processo de elaboração de ciência e tecnologia, apenas menciona os valores e interesses dos usuários dessa ciência e tecnologia.

É interessante destacar aqui o papel da educação transformadora, tendo em vista a libertação dos indivíduos, conforme nos orienta Paulo Freire. Observamos, portanto, o olhar atento, amplo, crítico, sobre o tema estudado e sobre a própria posição do aluno no mundo. Tais

características são essenciais para a construção de uma sociedade livre e democrática. Freire (1967) trata sobre o processo de democratização da cultura como algo que precisa ser feito do povo e com o povo, a partir do que os sujeitos vivem. Para o autor, somente dessa maneira a alfabetização e qualquer outro processo educativo toma sentido, quando as pessoas refletem sobre a sua própria capacidade de refletir sobre a sua posição no mundo, sobre o mundo, sobre o seu trabalho. Observamos que o grupo adota posturas transformadoras, uma vez que questiona a reprodução de padrões de consumo, alerta sobre os prejuízos desse consumo para o ambiente e para a sociedade, ressalta a importância da coleta seletiva do lixo, manifesta uma visão crítica sobre tecnologia, sociedade e ambiente, reconhecendo a importância de incorporar valores éticos e morais em nome do bem-estar social, defendendo a necessidade da população exigir responsabilidade socioambiental das empresas em referência aos meios de produção em seus estágios de matéria-prima, extração, fabricação e escoamento do produto para o mercado consumidor

Acredito na educação como forma de alcançar a liberdade em uma sociedade que nos aprisiona a regras, normas e padrões. [...] acredito na educação como uma forma de alcançar a liberdade e o respeito em uma sociedade que a todo momento cria rótulos acerca de quem somos, de onde viemos e para que servimos. Essa fala no texto, antecede uma discussão sobre cotas raciais, minha entrada na UFRB e meu processo de formação identitária, como mulher negra. O mais importante disso tudo foi a aceitação do meu cabelo crespo. Não sei, não tem muito a ver com a disciplina de Ciências, mas a frase de Paulo Freire me lembrou desse texto e quis comentar, não é algo que faço sempre, essa questão de identidade, reconhecimento de padrões envolve muitos conflitos externos e internos (Integrante B -Grupo E).

O ensino de Ciências deve ser realizado partindo do contexto do meio em que a escola está inserida, de forma que os conhecimentos adquiridos possam ser associados com as vivências cotidianas. Esse ensino também deve valorizar questões éticas, valores sociais, as questões ambientais e econômicas que influenciam o meio científico e tecnológico (Integrante B -Grupo E).

A fala abaixo apresenta um posicionamento crítico, já que indica uma disposição para mudança de postura com relação ao tema estudado, de maneira mais complexa e reflexiva. Para Torres e Solbes (2018), ser passivo, não compreender a QSC de maneira ampla e ter atitude conformista diante dos problemas sociocientíficos vivenciados em sua realidade são fatores que impedem o alcance do PC.

Me recordo que na primeira aula foi proposto para construirmos um plano de aula e construir o meu com o tema lixo e nas atividades propostas pensei em falar sobre reciclagem. Hoje, depois dos aprendizados nas aulas, pude perceber que existem outras questões que também podem ser relacionadas ao lixo como o consumo, a influência da mídia que nos influencia a comprar e consumir sem pensarmos nas consequências que esse consumo pode gerar (Integrante A- Grupo E).

Consideramos que as capacidades de PC alcançadas são potenciais, quando combinadas, para favorecer a construção de posturas cidadãs e reflexivas, embora não sejam suficientes de

modo isolado para uma postura crítica, uma vez que entendemos que criticidade tem relação com o modo como se percebe e se intervém na realidade.

Quanto à mobilização de elementos entre C-T-S-A, podemos observar que, inicialmente, o grupo apresentou poucos conceitos relacionados às Ciências Naturais e nenhum questionamento sobre os impactos da ciência e da tecnologia na produção do lixo eletrônico para a sociedade e o ambiente. Já na versão final do script, o grupo avança, uma vez que apresenta reflexões importantes relacionadas à perspectiva CTSA, analisando os impactos da produção e do consumo de eletrônicos para o meio ambiente, com a geração de lixo, como podemos observar nos fragmentos a seguir:

A questão do lixo é um dos grandes problemas das cidades brasileiras e está diretamente ligada ao modelo de desenvolvimento que vivemos e ao incentivo do consumo, pois muitas vezes adquirimos coisas que não são necessárias, e tudo que consumimos pode produzir impactos no meio ambiente (Grupo E).

Se pensarmos além dos danos ambientais perceberemos que nossa saúde pode ser afetada, mesmo sem entrar em contato direto com resíduos químicos presentes nesses tipos de lixo, porque, por exemplo, o solo contaminado afeta o alimento que vem para nossa mesa, na água que chega pela torneira, também pode haver vestígios desses produtos, além de causar doenças nos sistemas nervoso, cardiovascular e respiratório (Grupo E).

É interessante ressaltar, ainda, que o grupo estabelece uma relação importante entre esse consumo impulsionado em parte pela mídia, os processos de mineração, a morte de animais contaminados e cenários de desequilíbrio ambiental, mobilizando dimensões conceituais essenciais na formação científica e sociopolítica, como podemos observar nos fragmentos a seguir:

Quando agimos dessa forma estamos contribuindo para a produção de mais lixo eletrônico, degradando o meio ambiente. Isso na tentativa de se enquadrar a um padrão de consumo das novas tecnologias (Grupo E).

O arsênio é um elemento químico que está associado aos minérios, contendo metais e cobre, que pode entrar em contato com o ambiente durante o processo de mineração e fundição. Este elemento químico causa a poluição das águas e do solo, trazendo como consequências graves problemas para a humanidade, influenciando também no equilíbrio ambiental, causando a morte de seres vivos que inibem o surgimento de alguns mosquitos que causam arboviroses (Grupo E).

Os metais pesados quando em contato com a natureza, alteraram todo o ciclo dos animais aquáticos e de quem dependia do rio como fonte de sobrevivência. Tem um destaque também sobre o arsênio que estava presente em alta quantidade na água, e isso acarretou que nas espécies aquáticas o arsênio alterasse o metabolismo dos peixes e ocorre que há uma mortalidade dessas espécies. Quando acontece isso, há uma alteração na cadeia alimentar. Quando os peixes morrem há um desequilíbrio ecológico que acarreta em predadores naturais do mosquito, ficam ausentes nessa cadeia, por não ter o predador natural, se reproduz mais ainda o mosquito. Tudo isso gerado pela forma de descarte e da irresponsabilidade da empresa com a compactação e o destino que eles dão ao lixo que é proveniente da extração do minério. De acordo com a Bióloga, essas mudanças bruscas no ambiente provocam o impacto na saúde dos animais como o macaco, como o stress elevado, com a falta de alimento eles ficam

mais suscetíveis a doenças, como a febre amarela. A morte do macaco é como uma demonstração que pode se alastrar um problema endêmica. Então, isso pode ser um dos motivos que levaram ao aumento da doença e é respaldado através de pesquisas científicas (Grupo E).

É interessante salientar a visão crítica que o grupo estabelece com relação aos interesses particulares que estão por trás da produção tecnológica, criticando o salvacionismo tecnológico, por meio de argumentos que mostram uma preocupação com relação ao nosso comportamento enquanto consumidores e as consequências desse consumo para o ecossistema, como podemos observar nos fragmentos a seguir:

Há interesses econômicos e políticos envolvidos nas questões científicas e econômicas, é preciso compreender que ambos trazem benefícios para a vida em sociedade, mas que também causam danos socioambientais e exclusões (Integrante B do Grupo E).

Muitas vezes pensamos que a ciência e tecnologia só trazem benefícios, mas o seu avanço também traz problemas e interesses (Integrante B do Grupo E).

Vocês sabiam que para produzir aparelhos como um chip é utilizada uma grande quantidade de água? Essa grande quantidade de recursos naturais que são utilizados para a fabricação dos nossos celulares, computadores, máquina de lavar, televisão, rádio, entre outros, causa grandes danos ao ecossistema (Integrante A do Grupo E).

O arsênio, o mercúrio e várias outras [substâncias] penetram no solo e no lençol freático contaminando a água, os rios e impedindo o crescimento dos animais e das plantas, e isso causa um empobrecimento do solo pela perda de nutrientes fundamentais para a plantação. Sabiam que esse ciclo afeta todos na sociedade? (Grupo E)

É interessante problematizar o posicionamento presente na segunda fala quanto ao termo “avanço” utilizado, o qual pode ocultar, inicialmente, as transformações geradas por C e T na sociedade. Do mesmo modo, é importante notar a passagem em que a integrante comenta que as produções científicas trazem benefícios, mas também exclusões. Esta consciência é interessante, pois, muitas vezes, dizemos que as transformações trazidas pela ciência, como medicamentos, conhecimentos sobre doenças, são produzidas e dispostas igualmente para todas as classes sociais. No entanto, observamos que, mesmo com investimentos na área, muitas doenças são negligenciadas, muitos medicamentos não chegam nas áreas mais carentes, o que nos faz pensar sobre a seletividade no alcance do que é produzido pela ciência e tecnologia. Assim, muitas vezes, C e T acabam por acentuar relações de desigualdade e exclusões sociais e de saúde. Hardin (1968), discute a distribuição desigual entre prejuízos e benefícios, sendo os primeiros para a natureza e os pobres (consequências da má disposição do lixo, desenvolvimento de doenças devido a intoxicações por agrotóxicos, metais pesados, desmatamento e agravamento de epidemias e surgimento de pandemias), e os segundos apenas para o dono dos meios de produção. Mas, será que existe uma maneira de resolvermos esta

situação? Será que se recorrermos a soluções técnicas apenas, resolveremos o problema ou será necessário um repensar e agir mediante novos valores humanos e morais?

Nesse sentido, assistimos a doenças que constantemente são negligenciadas na sociedade, como, por exemplo, a Doença de Chagas. Segundo Martins *et al.* (2018), apesar de haver ampla distribuição de medicamentos para verminoses, por exemplo, e o seu custo ser relativamente baixo, o problema não é resolvido, como indicam os dados fornecidos pela World Health Organization (WHO) (PAHO; WHO, 2014) sobre a prevalência e a morbidade por doenças tropicais na região das Américas. Nesse contexto, muitas doenças (parasitárias) envolvem tanto questões biológicas, quanto sociais, culturais e econômicas (DIONOR; FERREIRA; MARTINS, 2014b; MARTINS *et al.*, 2014), como, por exemplo, a distribuição de renda ou os interesses e impacto da indústria farmacêutica. Assim, observamos um distanciamento entre as demandas sociais advindas de problemas locais com a produção de conhecimento. Segundo Kreime e Zabala (2006), 18 a 25 milhões de pessoas na América Latina são acometidas com essas doenças, mas isso não se reflete em esforços políticos para encontrar medicamentos que possam tratar de maneira mais eficaz ou curar esses indivíduos. Afirmam, ainda, que essas enfermidades são ignoradas pela indústria farmacêutica e apenas um quarto das pesquisas realizadas se ocupam em compreender seus aspectos clínicos, fazendo com que sejam conhecidas como enfermidades da pobreza. Assim, pensamos no papel que as reivindicações no campo do PLACTS podem representar ao discutir a necessidade de existência de uma agenda de pesquisa em resposta às demandas sociais, que reflita essas necessidades, o que se faz necessário ainda mais se pensarmos em quem são os produtores de conhecimento atuais, de onde eles vêm, quais as suas preocupações científicas e prioridades, quais valores contribuem para que determinado problema ganhe visibilidade e outro não. Complementando essa ideia, Oliveira (2008) fala em não neutralidade temática, salientando que há relações de interesses que subjazem a prática científica. Para Japiassu (1975), é impossível viver sem ciência e que não se pode pensar separadamente de suas normas, destacando que a ciência se tornou o lugar de nossas esperanças e angústias.

Por exemplo, atualmente, observamos um interesse universal da ciência e da tecnologia em produzir vacinas que possam combater o Coronavírus causador da COVID-19, uma vez que essa doença pode afetar toda e qualquer classe social. Portanto, faz-se oportuna essa mobilização, além de existirem interesses econômicos por trás dessa mobilização. No entanto, será que se a doença afetasse apenas uma parte da população, ou determinada região de um país, existiria o mesmo interesse em resolver a situação ou criar estratégias para combatê-la? É interessante salientar ainda que as causas do surgimento de muitas doenças emergentes são

dadas pela maneira como nos aproximamos dos ambientes selvagens. “À medida que fazemos mais contato com a fauna silvestre em nossas atividades diárias, com a construção de estradas, o desmatamento, o comércio de animais silvestres, somos expostos a esses vírus”. (DASZAK, 2020, p. 02). Observamos, ainda, que a mesma ciência e tecnologia que tem ajudado no avanço do desmatamento e no aumento da temperatura da Terra, deve buscar formas de controle de doenças, através de vacinas e medicamentos, embora as medidas não resolvam totalmente o problema, uma vez que precisamos repensar a nossa relação com a natureza, potencializada pelos modos de produção capitalista. Estamos agora, de alguma forma, dependentes de C e T, no entanto, esta dependência não justifica discursos cientificistas em sala de aula.

Vale ressaltar que estamos diante de uma situação de injustiça ambiental, se consideramos que a pandemia possui relações estreitas com o desequilíbrio ambiental, colocando determinados grupos sociais mais expostos à riscos socioambientais.

Interesses particulares e relações de poder estão envolvidos nessa corrida pela cura da Covid-19, que atinge a todos. No entanto, há sérias distinções nesse processo, uma vez que, no Brasil as periferias urbanas têm uma disseminação maior do vírus, sofrem mais com o fechamento dos comércios e conseqüente diminuição de renda. No contexto da desigualdade, a Covid-19 mata principalmente quem ocupa os lugares menos favorecidos na sociedade. Apesar de apresentar efeitos globais, os problemas ambientais se agravam em direção a setores e populações mais desfavorecidas socialmente. Diante disto, observamos ainda mais a necessidade de abordagens de ensino que se comprometa com a desconstrução de mitos, com a reflexão crítica diante dos problemas vivenciados, superando abordagens que visem somente mudanças de comportamento e soluções imediatas, sem reflexões para além do orgânico.

Estevão e Costa (2016) defendem a importância de discutir a questão do lixo eletrônico e seus desdobramentos socioambientais no ensino de Ciências, diante da capacidade que esta temática possui em promover a formação científica, bem como moral e ética, diante dos desafios socioambientais enfrentados pela população. Concordamos com esses autores e acreditamos que, a partir da discussão de aspectos sociocientíficos e das relações entre C-T-S-A a partir do tema, conseguimos alcançar alguma formação crítica sobre os processos que envolvem desde a extração dos minérios utilizados na fabricação de materiais eletrônicos até o descarte desses, incluindo assim uma agenda reflexiva que vai desde o esgotamento dos recursos naturais, exploração de mão-de-obra, até o consumismo, obsolescência programada e impactos socioambientais dessa agenda devastadora. Buscamos fazer com que o estudante praticasse o exercício do olhar sensível à trajetória dos aparelhos eletrônicos que possuem, do lixo produzido pelo descarte inevitável desses aparelhos, superando modelos de pensar a

questão do lixo com ações estanques, como a reciclagem, sem a devida reflexão crítica (LAYRARGUES, 2007). Ao enfatizar a coleta seletiva, em detrimento de uma reflexão crítica e abrangente acerca dos valores que predominam na sociedade do consumo, do consumismo, do industrialismo e do modo de produção capitalista, dá-se lugar a uma tendência pragmática que reduz a educação ambiental à mudança comportamental, ao invés de priorizar a mudança de valores (LAYRARGUES, 2002). Assim, os estudantes puderam se tornar sensíveis também aos impactos que a confecção, o descarte e o uso exagerados dos aparelhos eletrônicos podem causar à sociedade. O indivíduo poderá olhar, de maneira mais atenciosa, os impactos que as suas ações, bem como as ações das indústrias, podem gerar nos mais diferentes setores da sociedade, promovendo não somente a reflexão necessária à formação científica, mas a reflexão sobre a própria ciência e tecnologia e seus desdobramentos sociocientíficos, morais e éticos.

Segundo Bencze, Carter e Krstovic (2014), a ciência contribui para a instalação do consumismo, incentivando a compra de novas tecnologias, e desconsidera outras epistemologias, abandonando as formas de conhecer próprias das comunidades tradicionais. Através do trabalho com assuntos que não têm relação com a identidade e com o contexto dos/as alunos/as, os/as tornam-se alienados/as da tecnociência. Finalmente, os/as estudantes e cidadãos/ãs, sem experiência para criar seus próprios produtos e serviços, podem ser mais propensos/as a consumir aqueles fornecidos pelos capitalistas. Isso pode acontecer, por exemplo, se os/as alunos/as forem "alienados/as" da construção de conhecimento na ciência escolar. Se, por exemplo, as investigações dos estudantes forem excessivamente acompanhadas pelos professores, como é frequentemente recomendado, é improvável que elas desenvolvam expertise e autoconfiança para a construção de conhecimento independente - e, conseqüentemente, podem se limitar a consumir/comprar mercadorias potencialmente problemáticas (BENCZE; CARTER; KRSTOVIC, 2014).

Uma reflexão interessante realizada por um integrante do grupo com relação à visão do homem urbano e do homem do campo e às suas diferentes contribuições e seus diferentes impactos no ambiente, pode ser observada no fragmento apresentado a seguir:

Outra reflexão a respeito é sobre o grupo social urbano e sua dinâmica de vida, e a outra perspectiva do olhar do sujeito ribeirinho e do campo. O primeiro tem a visão de contexto industrial, da comodidade dos bens de consumo tão presentes no cotidiano, com certeza auxilia muito e tem total praticidade como um resultado importantíssimo para o desenvolvimento humano. Há um porém no uso excessivo e sem responsabilidade pode causar efeito contrário à comodidade e se tornar nocivo. O homem do campo usa tecnologias de manejo, mas observa um ciclo e sincroniza com as suas atividades. (Integrante E – Grupo E)

A reflexão acima nos faz pensar sobre os diferentes significados que a natureza possui para diferentes grupos sociais, sob os diferentes interesses e relações de poder que envolvem a posse

dos recursos naturais. Observa-se como o capitalismo e o agronegócio se apresentam como setores da sociedade que não colaboram com a sincronia própria da natureza. Para Pessoa e Rigotto (2012) o agronegócio causa uma série de alterações na natureza, as quais geram instabilidades ecológicas e sociais prejudiciais à saúde e ao ambiente, comprometendo tentativas de sustentabilidade ambiental. Existe uma questão cultural que, em grande parte, decide a maneira com a qual percebemos a natureza, o que nos faz pensar sobre a necessidade de diálogo com as comunidades tradicionais, as quais têm exercido um papel essencial na conservação dos recursos naturais (MESQUITA, 2012; LEVIS *et al.*, 2017). Faz-se necessário também o trabalho com a adoção de um outro modelo para pensarmos a relação dos seres humanos com a natureza, por meio do ensino de Ciências.

É interessante destacar a relação realizada pelo grupo entre o consumo exagerado de aparelhos eletrônicos, a produção de minérios para alcançar a demanda, e seus efeitos no consumo de água para o transporte, na contaminação e na morte de peixes, no desmatamento e na modificação da estrutura geográfica e ambiental para a montagem de mineroduto no subsolo, indicando uma visão crítica e reflexiva acerca dos processos que envolvem a produção e o descarte de materiais eletrônicos, como podemos observar no fragmento abaixo:

Para atingir todo esse avanço, que utilizou a ciência para entender a importância do minério de ferro e de elementos químicos que estão presentes no dia-a-dia, as empresas utilizam muita tecnologia para disseminar e escoar essa produção. Então, ocorre que essa produção e escoamento demandam um uso excessivo de água. Em comparação com anos anteriores, em 2014 aumentou 75 por cento o consumo de água, a consequência disso foi a ampliação da barragem, que não suportou e rompeu, escoando todo aquele lixo, assoreando o Rio Doce, desembocando no Oceano Atlântico. Para trabalhar em sala de aula, temos um mapa, apresentando o a bacia hidrográfica, o estado de Minas Gerais e o impacto que o desastre ambiental provocou pela presença de outros materiais que podem ser considerados radioativo ou nocivo para o consumo humano. Tem outra reportagem que mostra como o desastre ocasionou um surto endêmico de febre amarela (Grupo E).

É interessante notar, na passagem acima, a tecnologia como aplicabilidade da ciência, sendo, portanto, a tecnologia redutível à ciência, ideia que é subjacente ao modelo linear de desenvolvimento que tem influenciado políticas públicas recentemente (PALÁCIOS *et al.*, 2003). Nesse sentido, faz-se necessária uma discussão mais aprofundada sobre as relações C-T-S-A em sala de aula, com o intuito de superar mitos, como a concepção de linearidade entre ciência, tecnologia e sociedade.

Quanto ao desenvolvimento de atitudes favoráveis ao ativismo sociopolítico, observamos que, na versão inicial do script, tal intenção não esteve explicitamente presente. Na versão final do script, também não observamos intenções de desenvolvimento do ativismo sociopolítico; no entanto, claramente, o grupo adota posturas transformadoras, na medida em

que questiona a reprodução de padrões de consumo; alerta sobre os prejuízos desse consumo para o ambiente e para a sociedade; ressalta a importância da coleta seletiva do lixo; incorpora uma visão crítica sobre tecnologia, sociedade e ambiente, reconhecendo a importância de incorporar valores éticos e morais em nome do bem-estar social; defende a necessidade da população de exigir responsabilidade socioambiental das empresas, em referência aos meios de produção em seus estágios de matéria-prima, extração, fabricação e escoamento do produto para o mercado consumidor. Consideramos essenciais tais posicionamentos na construção de modos de ver e viver a sua realidade, a partir do estudo aprofundado das relações que foram estabelecidas, entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, sinalizando posturas condizentes com o cuidado necessário com o consumo e o descarte adequado do lixo eletrônico.

Um relato interessante de uma das integrantes do grupo evidencia mudança de comportamento com relação a um outro tema trabalhado na disciplina, os alimentos industrializados, o que é altamente relevante, quando pensamos na formação de professores/as para a cidadania, como podemos observar nos fragmentos a seguir:

Um dos momentos que me chamou bastante atenção foi o fato de rótulos dos alimentos, antes eu não tinha o cuidado de ler e ver as informações o quanto de sódio, gordura e outras substâncias que fazem mal a saúde, somente olhava a validade do produto, após as explicações comecei a ler e ter cuidado de saber os componentes que possuem no alimento (Integrante A do Grupo E).

Teve uma aula que discutimos sobre os rótulos dos alimentos e o papel influenciador que a mídia exerce sobre nós. Muitos desses alimentos que compramos, os industrializados que não fazem bem à saúde. [...] a alguns meses, desde abril deste ano, comecei uma mudança na minha alimentação, retirei todos esses produtos que não alimentam de verdade (Integrante A do Grupo E).

Quadro 21. Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC, no início e no final da disciplina, sobre o tema lixo eletrônico.

DIMENSÕES	SCRIPT INICIAL	SCRIPT FINAL
Ciência	Importância da reciclagem; obsolescência programada.	Importância da reciclagem; obsolescência programada; produção do lixo <i>versus</i> modelo de desenvolvimento e avanços tecnológicos; consumo exagerado e impactos no ambiente (contaminação e empobrecimento do solo, impactando na produção de alimentos; lençol freático, ar); aparelhos descartados incorretamente tornam-se focos de mosquitos; presença de metais (arsênio, cobre, cádmio, alumínio) que impactam o ambiente e a nossa saúde (sistema nervoso, cardiovascular, respiratório); alteração do metabolismo de peixes por arsênio; circularidade dos metais promovem a contaminação indireta; relação arsênio- morte de seres vivos- proliferação de arbovíroses; efeitos da radiação no corpo humano (alterações genéticas, má formação fetal); incentivo da mídia no consumo de novas tecnologias; benefícios das tecnologias para a sociedade; impactos do mal uso das tecnologias para a sociedade; interesses particulares que subjazem esta produção; consumo de água na produção de aparelhos eletrônicos; impactos para as classes menos favorecidas; papel e vulnerabilidade

		socioambiental do catador; mal uso de aparelhos tecnológicos podem causar desastres ambientais; não neutralidade da ciência e tecnologia.
Tecnologia	Não houve.	Questionamento de visão salvacionista da tecnologia, interesses particulares envolvendo a tecnologia; benefícios da tecnologia para a sociedade.
Sociedade	Responsabilidade e com o consumo e descarte do lixo.	Responsabilidade com o consumo e descarte do lixo; compromisso ético com os padrões de consumo e seus impactos no ambiente e na saúde humana individual e coletiva; pensamento crítico sobre a influência midiática e a compra desnecessária de equipamentos eletrônicos; Política Nacional de Resíduos Sólidos x ineficiência do estado; papel e vulnerabilidade socioambiental do catador.
Ambiente	Não houve.	Injustiça ambiental; relação entre produção e consumo de materiais eletrônicos e desastres ambientais, consumo de recursos hídricos e impactos na produção de alimentos orgânicos; impactos da produção de consumo na saúde humana, contaminação do solo, água e ar; mortes de espécies animais; proliferação de outras espécies;

Fonte: elaborado pela autora

No esquema abaixo, apresentamos os conhecimentos que foram acionados no decorrer da SD e suas relações com os domínios CTSA, sobre os impactos socioambientais do lixo eletrônico. Observamos que, ao final, os estudantes mobilizaram uma multiplicidade de conceitos e valores necessários para uma mudança de postura e atitudes frente ao problema. O grupo construiu uma visão ampla sobre o tema, abordando desde aspectos biológicos até problemas políticos e ideológicos que envolvem a problemática, sendo capazes de questionar práticas reducionistas, concepções de ciência e tecnologia, relações de poder e interesses particulares que envolvem o seu uso e os impactos de C e T na sociedade atual.

Figura 12. Esquema das inter-relações dos domínios CTSA articulados à QSC na fase inicial do script descritivo. Figura elaborada com base nas configurações apresentadas por Bencze (2008), encontradas no *site*: <https://webpace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html> e por Conrado (2017) com base nas ideias de ator-rede, e nos conteúdos do currículo associados às QSCs e nos domínios C-T- S- A.

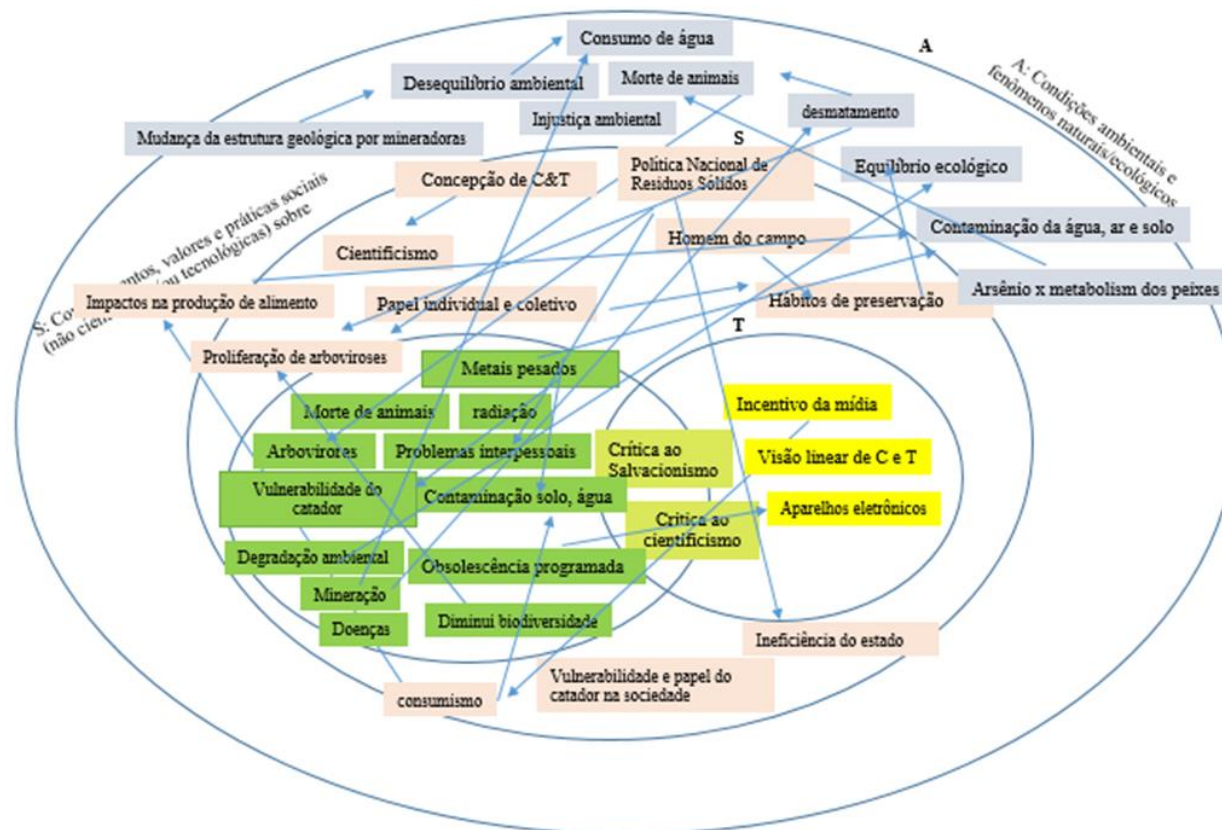


Figura 12: Elaborado pela autora.

Ao observar os conteúdos estabelecidos pelo grupo, consideramos que o mesmo alcança 3 níveis da alfabetização científica crítica (ACC) proposta por Hodson (2004), segundo este autor o desenvolvimento destes níveis envolve: 1. Reconhecer as complexas interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, compreendendo que estas são construtos sociais passivos de interesses. 2. Reconhecer os interesses que influenciam atividades científicas-tecnológicas. 3. Reconhecer a importância da participação pública na resolução de problemas socioambientais. O nível 4. O qual está relacionada ao reconhecimento da ação sociopolítica como forma de superar modelos de decisões tecnocráticas, não foi alcançado por este grupo. Observando as relações CTSA mobilizadas pelos grupos, constatamos que, foi possível o alcance de (14) relações de alta complexidade (quando o estudante mobiliza todos os domínios CTSA em conjunto), (6) relações de baixa complexidade (quando o grupo mobiliza elementos CTSA separadamente e (17) mobilizações de média complexidade, ou seja, os grupos mobilizaram alguma relação entre os domínios CTSA. Esta análise, foi realizada com base em Queiroz, Conrado e Silva (2019).

3.4.5 Grupo F: Alimentação saudável e alimentos industrializados: a influência da mídia na construção de hábitos alimentares no sec. XXI

Analisando o grupo que abordou o tema: **Alimentação saudável e alimentos industrializados: a influência da mídia na construção de hábitos alimentares**, com relação à primeira unidade de análise, que corresponde à apropriação do modelo para a abordagem com QSC no ensino (caso controverso, questões norteadoras, objetivos de aprendizagem), consideramos a evolução do grupo, observando a produção apresentada no script inicial e final. Assim, o caso apresentado na versão inicial foi pouco controverso, não explicitando diferentes pontos de vistas dos personagens sobre o problema em questão. Já na versão final, o grupo acrescenta no caso a importância da alimentação orgânica para a saúde, confrontando opiniões favoráveis ao acesso a esse tipo de alimento e opiniões em defesa do uso de agrotóxicos para aumentar a produção de alimentos. O caso seria dramatizado pelo grupo, ao invés de apenas lido. Uma integrante do grupo expressa a sua opinião sobre a construção do caso, conforme podemos observar no trecho a seguir:

Essa construção do caso em grupo foi uma forma de dinamizar a problemática que envolve o tema de uma maneira lúdica, que instigue nos alunos dúvidas, reflexões, embate de ideias, com o objetivo de que os mesmos compreendam que a ciência não está colocada de forma neutra na sociedade, percebendo a existência de benefícios próprios à classe dominante (Integrante D do Grupo F).

Quanto aos objetivos de aprendizagem, podemos observar, no quadro abaixo, as dimensões dos conteúdos apresentadas pelo grupo, na versão inicial e final do script descritivo.

Quadro 22. Dimensões CPA mobilizadas no início e no final da abordagem de QSC sobre o tema Alimentação Saudável.

DIMENSÕES DO CONTEÚDO	SCRIPT INICIAL	SCRIPT FINAL
CONCEITUAIS	Importância da alimentação saudável na prevenção de doenças; alimentos que induzem o surgimento de doenças como colesterol alto e diabetes.	Importância da alimentação saudável na prevenção de doenças; alimentos que induzem o surgimento de doenças como colesterol alto e diabetes; impactos do consumo de alimentos contaminados por agrotóxicos à saúde; alimentos orgânicos; influência da mídia nos hábitos alimentares; alimentos industrializados (embutidos, refrigerantes) e doenças crônicas; obesidade infantil; doenças cardiovasculares; impactos à saúde do consumo de açúcar; gorduras saturada, trans e sódio; alimentos calóricos x alimentos nutritivos; importância da atividade física para evitar doenças; causas do diabetes tipo 1 e 2; colesterol ruim alto e aterosclerose, AVCs, infarto do miocárdio; importância da ingestão de frutas, legumes e fibras que são fontes de energia, protegem sistema imune e funcionamento adequado do corpo; a alta produtividade de alimentos x a fome; influência do agronegócio na escassez de alimentos.
PROCEDIMENTAIS	Diferenciar os benefícios os alimentos naturais dos industrializados; comparar os alimentos naturais e os alimentos “saudáveis”.	Diferenciar os benefícios os alimentos naturais dos industrializados; comparar os alimentos naturais e os alimentos “saudáveis”; leitura e discussão de reportagens sobre a influência da economia, política e mídia sobre a alimentação saudável, o impacto da alta produção de alimentos pelo agronegócio e a volta do Brasil no mapa da fome; confecção de texto.
ATITUDINAIS	Conscientizar os educandos na escolha de alimentos saudáveis; desenvolver o senso crítico diante do que a mídia reproduz.	Conscientizar os educandos na escolha de alimentos saudáveis; desenvolver o senso crítico diante do que a mídia reproduz.

Fonte: elaborado pela autora.

Quanto às questões norteadoras, elas não foram apresentadas na primeira versão do script. Já na última versão, o grupo mobilizou questões norteadoras como: Durante a história, vocês se identificaram com Maria? Por que Maria se sentiu mal? O que acharam da atitude dela? Vocês consomem esses alimentos também? Qual atitude Maria deveria ter tomado para evitar passar mal? E como vocês construiriam o final dessa história? Quais os benefícios de ter uma alimentação saudável? Como o sal, açúcar e gorduras podem afetar sua saúde? Quais os seus efeitos no corpo? Quais os malefícios dos alimentos industrializados? Você concorda com a ideia de que é preciso utilizar veneno para suprir a necessidade de alimentos da população?

Observamos que as questões apresentadas permitem retomar o caso e mobilizar importantes questões em torno de tema, possibilitando a construção de pensamento amplo e crítico sobre o assunto. É importante salientar que os/as alunos/as apresentavam dificuldades em delinear tais questões e em incorporá-las no discurso da aula, assim, muitos aspectos tratados nas oficinas e no próprio script não estavam representados nas questões norteadoras, apesar dos/as alunos/as serem orientados/as a buscar uma coerência entre essas questões e o discurso escrito e oral. Uma integrante do grupo resume de forma interessante o que entendeu da abordagem de QSC na perspectiva CTSA, conforme podemos observar no trecho a seguir:

QSC são questões do cotidiano que envolvem aspectos da ciência, tecnologia, sociedade e educação e também aspectos éticos e políticos. Entende-se a importância de se trabalhar CTSA e QSC, pois dialogam com um ensino que é ao mesmo tempo científico, humanístico, crítico e socialmente responsável (Integrante D do Grupo F).

No quadro abaixo, teve por objetivo, organizar, com base na análise dos resultados sobre o critério de apropriação da QSC, o alcance dos grupos conforme os critérios estabelecidos acima. Consideramos que, os grupos alcançaram a grande maioria dos critérios estabelecidos para a caracterização da abordagem de uma questão sociocientífica, conforme os critérios de Ratcliff e Grace (2003).

Quadro 23. Análise geral da apropriação de Questão Sociocientífica, com base em Ratcliff e Grace (2003).

Critérios	Grupos					
	A	B	C	D	E	F
Tem base na ciência / contemporâneas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Ampla divulgação nos meios de comunicação	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
Análise de custo e benefício	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Enfrentamento problemas locais e globais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Envolve opinião pessoal e social	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Envolve considerações sobre desenvolvimento sustentável	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Abordagem de valores éticos e morais	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: elaborado pela autora.

Quanto à incorporação dos pressupostos da pedagogia freireana, observamos no script inicial que o grupo parte de uma problematização e procura se aproximar dos conhecimentos prévios dos/as alunos/as sobre hábitos de alimentação saudável e a influência da mídia na construção dessas rotinas alimentares, como podemos observar no fragmento a seguir:

Para iniciar a aula, gostaríamos de saber quais alimentos vocês consomem diariamente? Consomem frutas? Vocês gostam de assistir TV? E quais propagandas chamam mais a atenção de vocês? Agora, com base no que vocês falaram, construiremos, em um papel metro, duas colunas divididas em alimentos saudáveis e não saudáveis, utilizando de imagens e rótulos de alimentos no qual vocês irão colar no mural no lugar específico de cada um a partir da compreensão de vocês (Grupo F).

Uma integrante do grupo emitiu a seguinte opinião sobre o processo de construção do plano de aula:

Formular esse plano foi com certeza pensar na construção desse conhecimento junto ao aluno, levando em consideração as características, formas e vivências do seu lugar, ou seja, do que tenha representatividade e faça sentido para ele. Pontos importantes: o professor com autonomia frente ao currículo disciplinar, revendo, reavaliando e modificando sua prática, se preciso for. Práxis pedagógica: fazer a relação entre teoria e prática; pensar na exploração do espaço para além da sala de aula (Integrante D do Grupo F).

Observamos também que o grupo lança questões para os/as estudantes, buscando envolvê-los/as no discurso, e tenta mobilizar valores, na tentativa de identificar os conhecimentos prévios e práticas sobre a forma como se alimentam diariamente, visando uma possível mudança de postura, incorporando hábitos saudáveis, como podemos observar no fragmento a seguir:

Os alimentos com alto teor de gordura, açúcar, sódio, entre outros, de origem muitas vezes desconhecida, por serem alimentos práticos e divulgados muitas vezes na mídia, tornaram-se favoritos de muitas pessoas, principalmente das crianças. Devido ao consumo excessivo desses alimentos, que não possuem valor nutricional, surgiram algumas doenças, como alterações do nível de colesterol e açúcar, como consequência de não ter hábitos alimentares saudáveis. Por isso, a importância do consumo de frutas, verduras e legumes, que são ricas em vitaminas, sais minerais e fibras e auxiliam em diferentes funções do nosso corpo. Ingerir alimentos com fontes de carboidratos, proteínas que proporcionam o bom funcionamento do nosso sistema imunológico e são fontes de energia (Grupo F/ Integrante A).

Observando a versão final do script, bem como outros materiais produzidos pelo grupo, constatamos que o mesmo avançou de maneira significativa em comparação à primeira análise, incorporando mais aspectos relacionados à pedagogia freireana. Assim, observamos que o grupo inicia a discussão com a introdução de uma problemática, buscando se aproximar dos conhecimentos prévios dos/as estudantes. Consideramos que o grupo buscou uma aproximação com outros saberes, na medida em que analisa o problema gerado pela ausência de hábitos alimentares saudáveis, não somente sob a ótica biológica, mas buscando agregar à discussão fatores políticos, econômicos e ideológicos que subjazem práticas de má nutrição, como podemos observar no trecho a seguir:

Se vocês consumirem diariamente alimentos industrializados, vocês podem desenvolver obesidade infantil e doenças crônicas, devido ao acúmulo de gorduras,

da mesma forma que nós também. O marketing que as indústrias alimentícias utilizam transpassa o limite da ética e do bom senso, pois essas mesmas empresas que são responsáveis por contribuir com o aumento da obesidade e seus agravantes investem em eventos científicos e pesquisas na área da saúde (GRUPO F).

É importante salientar que, de acordo com os PCNs, a educação para a Saúde deveria ser tratada como Tema Transversal, permeando todas as áreas que compõem o currículo escolar (BRASIL, 1998). Segundo Zancul e Costa (2019), apesar dos Parâmetros Curriculares Nacionais indicarem a necessidade de se discutir o tema alimentação saudável para além da perspectiva biológica, constata-se que a abordagem continua sendo pontual, fragmentada, restrita às disciplinas de Ciências Naturais. Em análise de livro didático da educação básica, Pipitone *et al.*, (2003) constataram que existe um negligenciamento de outros fatores que interferem no padrão de consumo alimentar dos escolares, como a publicidade e a propaganda, bem como a existência de cantina dentro do espaço da escola.

Consideramos que, na versão final do script, o grupo buscou se apropriar de uma linguagem adequada para a sala de aula, trabalhando com clareza muitos conceitos científicos que permeiam o tema. Para abordar o tema, o grupo utilizou diferentes estratégias didáticas na tentativa de promover as aprendizagens na sala de aula. Nesse sentido, o grupo didatizou o caso, utilizando a linguagem lúdica, por meio de dramatização, e propôs a realização de atividades em grupos, leituras e discussão de textos, confecção de textos e edição de vídeos. O grupo também buscou a participação dos/as estudantes, lançando questões norteadoras para a discussão. O grupo buscou contextualizar o tema, discutindo aspectos sociais, políticos, econômicos e ideológicos que condicionam o problema, analisando contradições entre excesso de produção de alimento pelo agronegócio e a fome que volta a crescer no país, bem como o desperdício dos alimentos por determinadas classes sociais e o papel da ciência e tecnologia na constituição de hábitos alimentares.

O uso do agrotóxico de maneira incorreta pode acarretar no desequilíbrio do ecossistema, de maneira a extinguir diversas espécies que equilibram a natureza. Sem contar os riscos que pode causar na saúde de toda a sociedade e principalmente nas pessoas que consomem os produtos com esses tipos de agrotóxicos, quando utilizados inadequadamente, em excesso ou próximos da época de colheita. Os agrotóxicos podem acarretar, ainda, riscos à saúde dos aplicadores e dos consumidores, causando intoxicações, mutações genéticas, câncer e morte. Para evitar esses riscos, nós podemos optar por produtos orgânicos, pois esses alimentos são caracterizados por não serem produzidos com usos de agrotóxicos e por serem mais saudáveis e naturais (Grupo F).

É interessante mencionar que a introdução do estudo de conceitos como Direito Humano, Alimentação Adequada e Segurança Alimentar é essencial na superação de uma abordagem biologizante acerca do tema “alimentação saudável” (GREENWOOD; FONSECA,

2016). Os estudantes poderão entender que a alimentação equilibrada ou a falta de alimentos não depende somente da disponibilidade dos mesmos, mas de um conjunto de fatores políticos e ideológicos que estão presentes na sociedade brasileira. Na medida em que consideramos alimento como produto a ser vendido e capaz de gerar lucro, desconsideramos o direito humano à alimentação de qualidade e adequada às suas necessidades. Tal visão é influenciada pelas políticas neoliberais, as quais invertem os valores, por meio da instauração de uma ética orientada pela economia e pela política, ao invés de uma política orientada pela ética, a qual deve ser inspirada nos princípios de solidariedade. Boff (2012) argumenta que há meios e técnicas extraordinárias para a produção de alimentos, ressaltando que existe alimento suficiente para a humanidade, mas não existe sua distribuição igualitária.

Observamos que o grupo, de alguma maneira, buscou questionar o salvacionismo científico e tecnológico e a ideia de neutralidade da ciência, uma vez que analisou de maneira crítica as contribuições da ciência, da tecnologia e da mídia para a formação e a indução de hábitos alimentares não saudáveis, como podemos observar no trecho a seguir:

Com tudo que vimos, percebemos que muitas questões estão envolvidas no assunto alimentação, não sendo uma questão isolada, pois, tanto nos alimentos saudáveis, quanto nos alimentos industrializados, há uma influência da economia, da política, da ciência e da tecnologia nos hábitos alimentares. Com tudo isso, acreditamos que a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente estão relacionados, pois um interfere no outro, sendo a sociedade e o ambiente os mais prejudicados, pois a ciência e a tecnologia nem sempre proporcionam benefícios para ambos, porque elas muitas vezes buscam benefícios próprios (GRUPO F).

Esse componente foi de extrema importância para a minha formação, passei a compreender que não apenas são “aqueles” homens de jaleco e de cabelo branco são cientistas. Mas, todos que produzem ciência. Essa elaboração de QSC foi muito relevante, consegui entender de que forma a ciência e a tecnologia são usadas tanto positivamente, quanto negativamente e atingem diretamente sobre a sociedade e o ambiente (GRUPO F).

Analisando o trecho acima, observamos que grupo também abordou os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente, na medida em que discute, em diversas passagens do script, a relação da ciência e da mídia e seus impactos na saúde individual, coletiva, e no meio ambiente. É interessante este tipo de abordagem ampla, uma vez que esse tema tem sido debatido de maneira muito superficial nas escolas, sem a devida reflexão crítica sobre os fatores políticos e econômicos que influenciam uma alimentação saudável.

Uma integrante do grupo elaborou uma reflexão interessante sobre a valorização dos saberes indígenas em sua relação com os saberes científicos, algo que consideramos importante, tendo em vista a perspectiva freireana, conforme podemos observar no trecho a seguir:

O texto traz algumas abordagens sobre a valorização dos saberes indígenas e consequentemente dos saberes tradicionais, mostrando que os mesmos produzem formas de conhecimentos importantes, que muitas vezes se sobrepõem até mesmo ao conhecimento científico, como, por exemplo, prevenção de tsunamis que aconteceria e se salvando da catástrofe (GRUPO F- Integrante C).

O grupo incentivou a busca de informações sobre o tema por meio da leitura e discussão de reportagens, as quais têm potencial para a mobilização de valores éticos, morais e habilidades de pensamento crítico, uma vez que pode-se discutir aspectos éticos que subjazem a produção e a distribuição de alimentos, frente a um contexto econômico em que a agricultura é um dos pilares da economia. Os trechos a seguir retratam um pouco desse discurso:

Por outro lado, esses grandes produtores produzem grande quantidade de alimentos e que são exportados para outros países e diversas pessoas passando fome. São notáveis as desigualdades existentes” (Integrante A/ Grupo F).

Após distribuiremos as reportagens para que os alunos leiam na íntegra faremos as seguintes perguntas como a finalidade de fazer os mesmos pensarem sobre a relação do Agronegócio com a escassez de alimentos para muitas pessoas no nosso país. (Então, o que podemos compreender depois da leitura dessas reportagens? Será que o nosso país não produz alimentos para que ninguém precise passar fome? Mas, por que com tantos alimentos as pessoas ainda vivem sem ter o que comer?) Então pessoal, conseguem perceber que a alimentação não depende somente de ir no mercado ou na feira comprar os alimentos? Vai além disso, existem pessoas ricas que manipulam o que nós, classe menos favorecida, podemos ou não comer. (GRUPO F)

Altieri e Nicholls (2000) enfatizam a necessidade de analisar os desdobramentos socioambientais que determinadas tecnologias podem trazer, de forma a superar a visão unidimensional da agricultura tradicional. Caporal e Azevedo (2011) e Altieri e Nicholls (2000) afirmam que a agroecologia tem potencial para dar conta das necessidades alimentares em larga escala, sem prejudicar a sustentabilidade do meio ambiente. Para Altieri e Nicholls (2000), a agroecologia deve ser considerada a forma mais apropriada de produção e manejo do solo por pautar-se na valorização do saber tradicional, no cultivo sustentável, na interdisciplinaridade e numa postura filosófica que respeita o ecossistema.

Consideramos que o grupo buscou ser empático com a situação real dos/as alunos/as, na medida em que buscou se aproximar da realidade existencial, identificando seus conhecimentos prévios e seus hábitos alimentares, bem como a mudança deles. Por fim, observamos que o grupo buscou motivar os/as alunos/as na realização das atividades propostas em sala de aula, conforme poderemos observar no fragmento a seguir:

Após, distribuiremos as reportagens para que os alunos leiam na íntegra e faremos as seguintes perguntas como a finalidade de fazer os mesmos pensarem sobre a relação do Agronegócio e a escassez de alimentos para muitas pessoas no nosso país. (Então, o que podemos compreender depois da leitura dessas reportagens? Será que o nosso país não produz alimentos para que ninguém precise passar fome? Mas, porque como tanto alimentos as pessoas ainda vivem sem ter o que comer?) (GRUPO F)

Consideramos que o grupo alcançou parcialmente a apropriação da abordagem freireana, uma vez que não contemplou, nos materiais analisados, todos os critérios estabelecidos para tal. No entanto, consideramos que os critérios alcançados atendem de maneira satisfatória aos pressupostos dessa pedagogia.

Duas integrantes do grupo fizeram uma interessante reflexão sobre a pedagogia freireana e as suas práticas docentes, conforme podemos observar no trecho a seguir:

“A leitura do mundo precede a leitura da palavra” (Paulo Freire) Através desta citação, eu começo as abordagens freireanas que foram mencionadas na disciplina. Todos os sujeitos trazem consigo a sua própria leitura de mundo, ou seja, a forma de ver o mundo, através de suas vivências e experiências, diante disso podemos perceber que o professor, ao se inserir em uma sala de aula, é propício que busque trocar suas experiências com os alunos, que ele não chegue em sala se considerando o dono de todo o saber, mas sim que ele está naquele ambiente para aprender também junto com cada aluno. Sem falar que, nas abordagens dos assuntos, é necessário que o professor busque trazer para a realidade do aluno as suas temáticas feitas em sala de aula, que tudo ao ser mencionado em classe se correlacione com o contexto daquela escola e como meio social dos alunos (Integrante C- Grupo F).

Paulo Freire refere-se à profissão docente como algo que está em constante construção, posso comparar esta percepção a todo percurso de estudos na construção do planejamento da sequência didática envolvendo questões sociocientífica, estudos esses que durante a escrita e planejamento foram fundamentais para rever conceitos e refletir criticamente pontos que antes eram vistos apenas sob o viés do senso comum. Nesse sentido, foi preciso a busca por pesquisas visando uma estrutura do micro para o macro, ou seja, pesquisas que trouxeram dados que envolveram desde os pequenos produtores rurais, que muitas vezes se veem obrigados a utilizar agrotóxicos na busca por financiamentos, desde a influência da mídia que de maneira geral vem definindo o que se consumir, enfatizando alimentos com alto teor de sódio, gordura e açúcares (Integrante D- Grupo F).

Consideramos as falas acima indícios da influência da pedagogia freireana na formação desses/as licenciandos/as, contribuindo no desenvolvimento de habilidades pedagógicas e de pensamento crítico, político e reflexivo sobre o tema, competências que são indispensáveis ao professor de Ciências Naturais diante do contexto socioambiental e político atuais. Assim, acreditamos no potencial existente na pedagogia que permite o olhar crítico e duvidoso sobre o mundo circundante, no olhar aprofundado com base na ciência, mas também no olhar raso, mas atento à situação do outro, sobre nós mesmos, que reconheça a importância da ciência, mas que não subestime os conhecimentos tradicionais, locais, na busca pelo diálogo, essencial à compreensão dos fenômenos sociocientíficos. Não observamos o incentivo à intervenção na prática, nos materiais analisados, por isso, consideramos que o grupo alcançou parcialmente os critérios de abordagem freireana.

Quadro 24. Alcance por grupos de pressupostos da abordagem freireana.

CRITÉRIOS	ALCANCE POR GRUPOS					
	A	B	C	D	E	F
Introduzir o tema a partir de uma problematização	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Procurar se aproximar dos conhecimentos prévios dos alunos.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Utilizar linguagem apropriada ao contexto da sala de aula favorecendo a aproximação à linguagem formal.	Parcial	Parcial	Sim	Sim	Sim	Sim
Utilizar diferentes recursos e estratégias pedagógicas.	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Lançar questões da realidade para os estudantes em sala.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Contextualizar os assuntos.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Questionar de alguma maneira a considerada superioridade da ciência com relação a outros saberes.	Sim	Sim	Sim	Parcial	Sim	Sim
Discutir o salvacionismo científico e tecnológico (a ideia de que a ciência e tecnologia são capazes de solucionar todo e qualquer problema da humanidade).	Sim	Parcial	Parcial	Sim	Sim	Sim
Incentivar a intervenção na prática.	Sim	Não	Sim	Parcial		Não
Encorajar os alunos na busca de informações.	Sim	Sim	Sim	Parcial	Sim	Sim
Abordar impactos da ciência na sociedade e no ambiente.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Abordar valores e atitudes	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Adotar postura de empatia/ se interessa com a situação do aluno.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Motivar o aluno	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Parcial

Fonte: elaborado pela autora

Quanto à formação de pensamento crítico, observamos que, no script inicial, foi apresentada uma visão estritamente limitada sobre o tema, sem uma análise crítica do papel da mídia na construção de hábitos alimentares, apesar do grupo citar a necessidade de discussão dessa questão nos objetivos de aprendizagem. Na versão final, o grupo apresentou uma visão muito mais ampla sobre o assunto, para além de aspectos biológicos, como podemos observar no trecho a seguir:

Nos primeiros anos de vida, vocês já estão inseridos ao contexto midiático, contexto esse socializador, mas também com grande poder de convencimento sendo envolvidas aos elementos postos nos anúncios e mesmo algumas crianças que ainda não foram alfabetizadas já conseguem estabelecer referências por meio de sons e imagens, diante do produto que é posto, o que perpassa por diversas idades e fases do seu desenvolvimento. Isso acontece pelo próprio processo de tomada de decisões e de maturidade que ainda se encontra em percurso de formação. Assim vocês se mostram suscetíveis e vulneráveis às manipulações que são evidenciadas no produto como aparência, doçura, textura, diversão, figuras de heróis e ofertas de brindes, se tornando público-alvo das propagandas de indústrias alimentícias. E essas empresas utilizam de desenhos animados como estratégia publicitária para atingir vocês,

relacionando o consumo de determinados alimentos a algum desenho infantil preferido em determinado momento. Todos esses fatores se tornam agravantes que dificultam, e muito, uma educação alimentar de qualidade para vocês, atualmente (GRUPO F).

Nesse sentido, foi preciso a busca por pesquisas visando uma estrutura do micro para o macro, ou seja, pesquisas que trouxeram dados que envolveram desde os pequenos produtores rurais, que muitas vezes se veem obrigados a utilizar agrotóxicos na busca por financiamentos, desde a influência da mídia que de maneira geral vem definindo o que se consumir, enfatizando alimentos com alto teor de sódio, gordura e açúcares (Integrante D- Grupo F).

Retomamos o segundo fragmento acima, para problematizar a passagem em a integrante diz que “os pequenos produtores rurais, que muitas vezes se veem obrigados a utilizar agrotóxicos na busca por financiamentos”, se referindo às políticas de incentivo ao uso de agrotóxicos iniciado na década de 60. Assim, é importante problematizar que, se o agricultor só visualiza esse caminho, lhe faltam conhecimentos e criticidade para perceber e tentar caminhos diferentes para enfrentar este problema. No entanto, pouco tem se visto em termos de políticas públicas capazes de auxiliar o agricultor no enfrentamento deste problema.

Segundo Torres e Solbes (2018), para alcançar um pensamento crítico é necessário compreender a QSC de maneira ampla, integral, estabelecendo relações do problema estudado com dimensões éticas, políticas, sociais, ambientais, morais, culturais, filosóficas etc., aproximando-se rigorosamente do objeto cognoscível. Na fala acima, é possível observar um alcance de pensamento crítico, já que o grupo menciona vários aspectos do cotidiano que influenciam os padrões alimentares construídos pelas crianças, articulando relações éticas, políticas, morais, culturais e econômicas, o que é essencial para a construção de habilidades de PC (TORRES; SOLBES, 2018).

Segundo Milani *et al.* (2015, p. 153),

A mídia é uma forte influenciadora nas escolhas alimentares das crianças, com propagandas de alimentos basicamente não saudáveis, adotando como estratégia os brinquedos, histórias e personagens para chamar a atenção do público infantil, o qual consome os conteúdos que a mesma disponibiliza.

Ainda nesse sentido, “as características da família, o estilo de vida dos pais e amigos, os valores sociais, a mídia, os hábitos alimentares e os conhecimentos de nutrição, além de fatores internos, como as características psicológicas, autoestima, desenvolvimento emocional”, também influenciam na construção de hábitos alimentares (MILANI *et al.*, 2015).

Uma integrante do grupo emite a sua opinião sobre contradições entre a fome e, ao mesmo tempo, o desperdício de alimentos, observados no nosso contexto:

Como percebe-se as suas reportagens têm relações controversas, justamente para que as crianças não consigam refletir porque há “bonança” em determinado lugar do país

e há grande precariedade em outro. Quais fatores estariam influenciando? Quem então tem dominado? (Integrante A do Grupo F)

Até esse momento, estávamos com uma visão fechada sobre a alimentação, achando que para ter uma alimentação saudável era apenas consumir frutas, verduras, legumes. Tudo que fosse “natural” e que não fosse industrializado. A partir daí, fomos estudando e vendo como a mídia influencia as crianças no consumo de alimentos industrializados. [...] Depois das leituras, passamos a ter um novo olhar, além da mídia, havia grandes produtores do agronegócio que o objetivo é conseguir cada vez mais lucro, que atinge diretamente o ambiente e provoca doenças. (Integrante E do Grupo F)

A fala acima indica o alcance de um PC já que, para Torres e Solbes (2018), estar informado sobre o tema, não limitar-se a discursos dominantes, detectar falácias argumentativas, tendo em vista interesses particulares, e adotar postura questionadora em torno de debates controversos, são capacidades de indivíduos críticos. É interessante destacar a problematização realizada pelo grupo quanto às relações de desigualdade no acesso aos alimentos enfrentados por determinados grupos sociais, enquanto outros grupos experimentam a fartura. Oliveira e Mendes (2014) discutem os impactos do trabalho em frigoríficos para a saúde do trabalhador, revelando contradições no que tange ao avanço do capital e a precarização deste tipo de trabalho. Segundo o Ministério da Saúde (2001) estes trabalhos correm o risco de contrair doenças infecciosas, reações alérgicas e intoxicações. Desvelar essas contradições faz-se necessário quando pretendemos construir uma prática comprometida, ética e transformadora.

As falas acima expressam, ainda, a tentativa inquieta de problematizar o acesso aos alimentos por diferentes grupos sociais. Freire (1996) destaca a necessidade de, a partir de questões do dia a dia, o/a professor (a) instigar o conflito de ideias em busca de ideais de justiça e solidariedade à situação alheia, por meio do estímulo de valores. Consideramos, portanto, que a postura criada pelos/as educandos/as vai de encontro à postura fatalista neoliberal de que tudo está posto e não mudará, a qual se recusa ao sonho à utopia, à vocação ontológica dos homens e mulheres em “*serem mais*”. Acreditamos que é identificando quem nos oprime que conseguimos transpor barreiras que nos impedem de olhar o mundo com a sagacidade necessária e nos fazer sentir parte dele, das suas mudanças e necessidades. Acreditamos que, ao fazer o/a licenciando (a) olhar o mundo dessa forma, se sentindo responsável pelas mudanças provocadas nesse espaço e se manifestando solidário com a situação do outro, estamos cumprindo, em grande parte, com o dever ético *universal do ser humano* (FREIRE, 1996), necessário à tarefa docente.

Uma integrante do grupo fez uma reflexão interessante sobre a experiência na disciplina de Ciências Naturais, como podemos observar no trecho a seguir:

Antes, eu pensava que o ensino se limitava ao livro didático ou só a temas como corpo humano, plantas etc. Mas, compreendi que vai muito além. Cabe às Ciências também formar os indivíduos para a cidadania. Tratando de temas como tecnologia e a ciência de um modo mais amplo. Durante os encontros da disciplina, fomos entendendo esses conceitos mais a fundo e hoje já sabemos que quando estivermos em sala de aula, não podemos nos limitar somente ao livro didático, mas tendo o mesmo como ferramenta de apoio e não um fim (Integrante A/ Grupo F).

O desenvolvimento da autonomia com relação ao livro didático e ao próprio currículo escolar é, sem dúvida, um avanço significativo na formação de professores/as, uma vez que encontrar sentido para o ensino fora das orientações dos materiais curriculares é um exercício que deve ser realizado por todo/a professor (a) que se pretenda crítico/a e reflexivo/a. Considerando a premissa freireana de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua produção ou construção, entendemos que essa construção de conhecimento deve partir de fato da necessidade e interesse dos/as alunos/as, e não de currículos prescritos, com suas ideologias, muitas vezes, nada solidárias. Tardif (2002) salienta que professor (a) realiza a sua prática de acordo com experiências que adquire, originadas nas relações com a sociedade, nas formações realizadas no âmbito acadêmico e na escola, que constituem veículos para as reflexões sobre a sua prática. A partir da reflexão sobre a sua experiência, mobilizando os problemas existentes em sua realidade e apropriando-se deles, o professor poderá propor currículos, deixando de ser apenas executores/as para refletir sobre o contexto sociopolítico existencial (ZEICHNER, 2002; PIMENTA; GARRIDO, 2001; DESGAGNÉ, 2007).

O texto dois mostra a necessidade do ensino de Ciências trazer ao aluno não só o conceito de Ciências, mas trazer para o contexto a CTSA, uma forma de contextualizar o ensino de Ciências, trazendo uma visão crítica justamente porque muitas vezes a ciência impõe de forma que não percebemos, o que nós devemos utilizar, o que devemos consumir. Partindo do contexto do aluno, trazer uma visão crítica a respeito da CTSA. Será que o consumo tem um trabalho de exploração? Será que esses alimentos causam impactos ambientais? (Integrante D do Grupo F).

Não colocar a *ciência científica* como único conhecimento que prevalece. A ciência não é algo fechado que está distante de nós, ela nos afeta diretamente. A ciência envolve também interesses particulares e relações de poder no processo de produção do conhecimento (Integrante A do Grupo F).

Os trechos acima revelam a compreensão dos/as estudantes da perspectiva teórica adotada, juntamente com a percepção crítica necessária sobre a ciência, seus desdobramentos na sociedade e interesses particulares, que muitas vezes subjazem a produção do conhecimento. Segundo Solbes e Torres (2018), uma pessoa com pensamento crítico, entre outras habilidades, é capaz de compreender a ciência como atividade humana, permeada por interesses próprios, analisando a fundo uma questão sociocientífica. Nesse sentido, não basta saber os efeitos

biológicos dos alimentos calóricos no organismo, sendo necessário entender as formas de produção, quem produz, em que condições e quais impactos há na relação produção de alimento x sociedade e ambiente. E, ainda, segundo os autores supracitados, uma pessoa que tenha alcançado habilidades de pensamento crítico pode questionar os argumentos apresentados pela mídia e pela própria comunidade científica.

É importante problematizar a última fala apresentada pela integrante A, na qual ela emprega o termo “*ciência científica*”. Infere-se que, para ela, há um outro tipo de ciência que pode não ser científica (CHALMERS, 1993). Consideramos tal afirmação problemática, pois existem características que definem a ciência, as quais precisam ser seguidas, de maneira rigorosa, para alcançarmos resultados mais abrangentes. No entanto, é válido ressaltar a intenção implícita quando ela utiliza o termo “*ciência científica*”, considerando a existência de outras formas de conhecimento, que também podem explicar o mundo e a natureza, estas sim, realizadas, de fato (e também), por homens e mulheres comuns, por comunidades e povos tradicionais. Acreditamos que a fala acima expressa um alcance de um PC, ao reconhecer diferentes formas de explicar e interpretar o mundo, considerando os conhecimentos tradicionais e científicos, buscando a demarcação e ao mesmo tempo a ampliação dos conhecimentos, a partir do diálogo entre diferentes epistemologias.

Uma integrante do grupo elaborou a seguinte reflexão sobre as percepções críticas que desenvolveram durante a disciplina de Ciências Naturais, conforme podemos observar no trecho a seguir:

Nesse sentido, compreendemos e tivemos um novo olhar para a NÃO neutralidade dos fatos que envolvem uma alimentação de qualidade e fomos tendo essa visão na associação com questões do próprio cotidiano, com os anúncios estratégicos de marcas de refrigerantes, com alto custo nas compras de alimentos orgânicos, com a propagação de doenças como o câncer, com o crescimento significativo da obesidade infantil, dentre tantos outros aspectos que são associados a uma estrutura montada e que estão dominando cada vez mais os seus públicos-alvo, com estratégias e elementos intencionais, principalmente sob aqueles que estão em situações de vulnerabilidade. Outro fator importante a ser destacado é que o uso de agrotóxicos pode contaminar o solo e os sistemas hídricos, ocasionando uma degradação ambiental, consequência que é significativa aos ecossistemas, porém pelo fato dessas informações e conhecimentos permanecerem em segundo plano, tais preocupações acabam por desencadear na permanência e silenciamento de tais práticas com o incentivo e apoio de políticas públicas. (Integrante D/ Grupo F)

E a questão sociocientífica abrange de forma geral os conceitos que envolvem a sociedade, como no caso da alimentação, que está relacionada a aspectos sociais, aspectos econômicos, provocando a desnutrição, problemas de saúde, hábitos inadequados, distúrbios alimentares. E que há também a participação da tecnologia nessas questões, como, por exemplo, tecnologia para o tratamento de doenças. A tecnologia utilizada na produção de alimentos: agricultura, alimentos transgênicos, na rotulagem desses produtos. E a ciência nesse caso envolve a questão biológica, como a provocada pela desnutrição, o sistema digestório, os problemas de saúde. Todos

esses aspectos nos fazem refletir sobre como vários interesses estão envolvidos em uma determinada situação (Integrante E/ Grupo F).

Segundo Ueda, Porto e Vasconcelos (2014, p. 52) observaram os efeitos de desenhos com publicidade de alimentos saudáveis e não saudáveis e vídeos neutros sobre as escolhas alimentares e constataram que, “com a mudança de vídeo, as crianças alteraram em até 13% a escolha de alimentos saudáveis ou não, mostrando que o aumento da exibição de publicidade de alimentos saudáveis e a diminuição da publicidade de alimentos não saudáveis pode contribuir para a alimentação e peso saudáveis”.

Segundo Freire (1996) e Solbes e Torres (2018), para alcançarmos o pensamento crítico precisamos olhar com profundidade um problema, de maneira integral, considerando as dimensões científicas, éticas, morais, culturais, filosóficas, econômicas, ambientais, políticas. Observamos, nos fragmentos acima, a tentativa da integrante em relacionar aspectos dessas ordens, alcançando uma compreensão ampla, de fato reflexiva, acerca das inúmeras relações C-T-S-A possíveis a partir do tema trabalhado. É importante ressaltar que nesta discussão a cima não foi mencionado, aspectos importantes sobre a rota do agrotóxico na alimentação humana. E sobretudo, nas monoculturas que alimentam a produção pecuária. Essa atividade que é altamente impactante e traz prejuízos individuais, sociais e ambientais. Na passagem a seguir o grupo busca relacionar o uso de agrotóxicos com problemas de saúde, no entanto, menciona o uso incorreto como causa, conforme poderemos observar:

O uso do agrotóxico de maneira incorreta pode acarretar no desequilíbrio do ecossistema, de maneira a extinguir diversas espécies que equilibram a natureza. Sem contar os riscos que pode causar na saúde de toda a sociedade e principalmente nas pessoas que consomem os produtos com esses tipos de agrotóxicos, quando utilizados inadequadamente, em excesso ou próximos da época de colheita, os agrotóxicos podem acarretar, ainda, riscos à saúde dos aplicadores e dos consumidores, causando intoxicações, mutações genéticas, câncer e morte. Além disso, pesticidas químicos também são aplicados no transporte e armazenamento, aumentando mais ainda a possibilidade de danos à saúde. Para evitar esses riscos, nós podemos optar por produtos orgânicos, pois esses alimentos são caracterizados por não serem produzidos com usos de agrotóxicos e por serem mais saudáveis e naturais (GRUPO F)

Considerando a circularidade de contaminação dos agrotóxicos, consideramos que é muito difícil estabelecer uma forma de utilização correta, pois, o produto tem o potencial de se espalhar por toda a cadeia alimentar, causando irreversíveis para toda a biosfera.

Guerra e Cardoso (2017) discutem as relações entre a cultura de consumo da carne e a insustentabilidade ambiental. Segundo estes autores, a pecuária é uma prática prejudicial para a natureza, pois necessita de maior utilização de água, se comparada à produção de cereais, por exemplo. “Por isso, é relevante a proteção estatal aos formatos alimentares alternativos, que

não contemplam a proteína animal, já que seus adeptos, na condição de consumidores, são detentores de direitos, perante o Poder Público e a sociedade” (GUERRA; CARDOSO. 2017, p. 02).

Observamos ainda o alcance de PC no que se refere a mudanças de postura com relação a determinados aspectos relacionados aos alimentos, sua rotulagem, ingredientes, influência da mídia, que podem modular a forma como nos relacionamos com os alimentos, entendendo os impactos socioambientais que envolvem a alimentação saudável, a segurança alimentar e nutricional, conforme podemos observar nas falas abaixo:

Um dos momentos em que me chamou bastante atenção foi o fato de rótulos dos alimentos, antes eu não tinha o cuidado de ler e ver as informações, o quanto de sódio, gordura e outras substâncias que fazem mal à saúde, somente olhava a validade do produto, após as explicações comecei a ler e ter cuidado de saber os componentes que possuem no alimento (Integrante A/ Grupo F).

Teve uma aula que discutimos sobre os rótulos dos alimentos e o papel influenciador que a mídia exerce sobre nós. Muitos desses alimentos que compramos, os industrializados que não fazem bem à saúde. [...] há alguns meses, desde abril deste ano, comecei uma mudança na minha alimentação, retirei todos esses produtos que não alimentam de verdade (Integrante A/ Grupo F).

Consideramos, ademais, que as capacidades de PC alcançadas, embora não sejam suficientes de modo isolado para uma postura crítica, já que entendemos que criticidade tem relação com o modo como se percebe e se intervém na realidade e nas contradições vivenciadas na realidade existencial, são potenciais, quando combinadas, para favorecer tal postura. Segundo Alcantara *et al.*, (2019) em pesquisa realizada com pais de alunos, mostrou que 40 % por cento dos pais escolheram o suco industrializado e 13 % biscoitos recheados acreditando que estes seriam saudáveis. Assim, discutir estes aspectos na escola faz-se urgente, tendo em vista a necessidade de modificação de tais concepções.

Quadro 25. Alcance de habilidades de pensamento crítico dos grupos analisados.

CRITÉRIOS	GRUPOS					
	A	B	C	D	E	F
Compreender a ciência como construção sociocultural, não neutra, suas relações mútuas com a tecnologia e desdobramentos na sociedade e no ambiente.	Sim	Sim	Parcial	Sim	Parcial	Parcial
Estar informado sobre o tema, não se limitar a discursos dominantes, detectar falácias argumentativas, avaliar a credibilidade das fontes, tendo em vista interesses particulares, adotar postura questionadora em torno dos debates envolvendo C-T-S-A;	Sim	Parcial	Sim	Parcial	Sim	Sim
Compreender a QSC de maneira ampla, integral, estabelecendo relações do problema estudado com dimensões éticas, políticas, sociais, ambientais, morais, culturais, filosóficas, aproximando-se rigorosamente do objeto cognoscível.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Considerar a possibilidade de ser um (a) cientista, entender que a ciência está na sua realidade.	Parcial	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Realizar juízos éticos a partir da QSC, entendendo a contribuição do esclarecimento ético para o cumprimento das necessidades humanas e para solução de problemas do mundo e do próximo	Não	Parcial	Parcial	Sim	Sim	
Reconhecer diferentes formas de explicar e interpretar o mundo, considerando os conhecimentos do senso comum e científicos para o desenvolvimento da curiosidade epistemológica e de práticas que priorizem o bem-estar socioambiental.	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Tomar decisões fundamentadas em aspectos éticos, morais, políticos, econômicos e científicos, promovendo ações capazes de levar melhorias à sua realidade existencial.	Não	Não	Não	Sim	Não	Não

Fonte: A autora.

Quanto à mobilização de elementos entre C-T-S-A, observamos que, no início do curso, o grupo mobilizou poucas relações entre esses aspectos. No entanto, o grupo apresentou um avanço significativo, nos materiais elaborados até o final do curso, conforme podemos observar no trecho a seguir:

Um dos assuntos que mais me chamou a atenção foi a importância do ensino CTSA nas escolas. Esse tema é tão pouco abordado em sala, porém tão importante, pois ciência, tecnologia, sociedade e ambiente estão tão presentes no nosso contexto social, no entanto, tão pouco mencionado. Depois das discussões, passei a ter outra visão sobre a relevância de tal assunto. A abordagem da mesma possibilita que os sujeitos se tornem críticos e reflexivos, ou seja, levar esse assunto para a sala de aula iria enriquecer bastante o entendimento da turma. (Integrante C do Grupo F).

O grupo conseguiu transpor a abordagem CTSA para diferentes contextos da sua vida, relacionando essa abordagem com diversos temas que trabalhamos em sala de aula, de maneira

crítica e preocupada com o equilíbrio do ecossistema, conforme podemos analisar no trecho a seguir:

A abordagem CTSA busca analisar as questões de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, refletindo as questões que envolvem visões diferentes acerca delas mesmas. Vimos a abordagem CTSA em vários contextos, como na questão dos agrotóxicos que são utilizados na agricultura para acelerar a produção na busca da lucratividade. Trouxe também as contradições sobre como o uso de agrotóxicos pode interferir nos processos de polinização pelas abelhas e pelos demais polinizadores, que podem sofrer com o uso dos agrotóxicos. Porém, os polinizadores são importantes para que os frutos, as flores se desenvolvam, e o uso do agrotóxico pode causar a extinção delas. (GRUPO F)

É interessante notar também a percepção do grupo acerca da influência da mídia na construção de hábitos alimentares não-saudáveis, bem como as propagandas por ela veiculadas, direcionadas ao público infantil, questionando verdades absolutas geradas pelos aparatos científicos e tecnológicos, bem com ampliando as suas concepções sobre o assunto, conforme podemos observar nos trechos a seguir:

A mídia também influencia no consumo de alimentos industrializados, porque são propagados vários anúncios publicitários com produtos industrializados e o público-alvo são as crianças. Eles utilizam de propagandas com desenhos animados, heróis de filmes e outros personagens, justamente por serem conteúdos que as crianças gostam e, com isso, as levam a querer consumir tal produto. [...] tudo isso que observamos, contribuiu para que refletíssemos sobre os hábitos alimentares e as questões que envolvem as opções alimentares. E isso vai ajudar em outros temas que envolvam as relações CTSA, para que não fiquemos com apenas uma compreensão sobre determinado assunto e que também não há uma única verdade (Grupo F).

Neste panorama, Alcântara *et al.*, (2019, p. 06) o público infantil é considerado como sendo de fácil convencimento, o que faz com que a maioria das propagandas estejam voltadas para este público. Estes autores constaram que “dentre os produtos que eles escolheriam para comprar, os mais frequentes foram: suco com embalagem de personagem (65,7%), biscoito com embalagem de personagem (42,9%) onde a justificativa da escolha dos alimentos foi à associação com personagens favoritos”

No quadro abaixo, podemos observar as relações C-T-S-A estabelecidas pelo grupo, no início e no final do curso.

Quadro 26. Componentes dos domínios CTSA articulados no processo de elaboração e apresentação da QSC sobre Alimentação saudável, no início e no final da disciplina.

DIMENSÕES	SCRIPT INICIAL	SCRIPT FINAL
Ciência	Importância da alimentação saudável na prevenção de doenças; alimentos que induzem doenças como colesterol alto e diabetes.	Importância da alimentação saudável na prevenção de doenças; alimentos que induzem doenças como colesterol alto e diabetes; impactos do consumo de alimentos contaminados por agrotóxicos à saúde; alimentos orgânicos; influência da mídia nos hábitos alimentares; alimentos industrializados (embutidos, refrigerantes) e doenças crônicas, obesidade infantil, doenças cardiovasculares; impactos à saúde do consumo de açúcar, gordura saturada, trans e sódio; alimentos calóricos x alimentos nutritivos; importância da atividade física para evitar doenças; causas do diabetes tipo 1 e 2; colesterol ruim alto e aterosclerose, AVCs, infarto do miocárdio; importância da ingestão de frutas, legumes e fibras que protegem sistema imune e funcionamento adequado do corpo; a alta produtividade de alimentos x a fome; influência do agronegócio na escassez de alimentos; ciência x conhecimento tradicional; não neutralidade da ciência.
Tecnologia	Influência da mídia na formação de hábitos alimentares não-saudáveis.	Questionamento de visão salvacionista da tecnologia, interesses particulares envolvendo a tecnologia; benefícios da tecnologia para a sociedade; papel da mídia na formação de hábitos alimentares não-saudáveis.
Sociedade	Não houve.	Relação de hábitos alimentares não-saudáveis e modelo de agricultura; impactos na saúde; produção de alimentos x má distribuição; políticas públicas de distribuição de alimentos; vulnerabilidade das populações no consumo de alimentos industrializados e contaminados.
Ambiente	Não houve.	Relação de hábitos alimentares não-saudáveis e modelo de agricultura; agronegócio x contaminação dos alimentos por agrotóxicos; agrotóxicos e impactos no ecossistema; potencialidade existente no ambiente (cotidiano) para o ensino de Ciências crítico.

Fonte: elaborado pela autora.

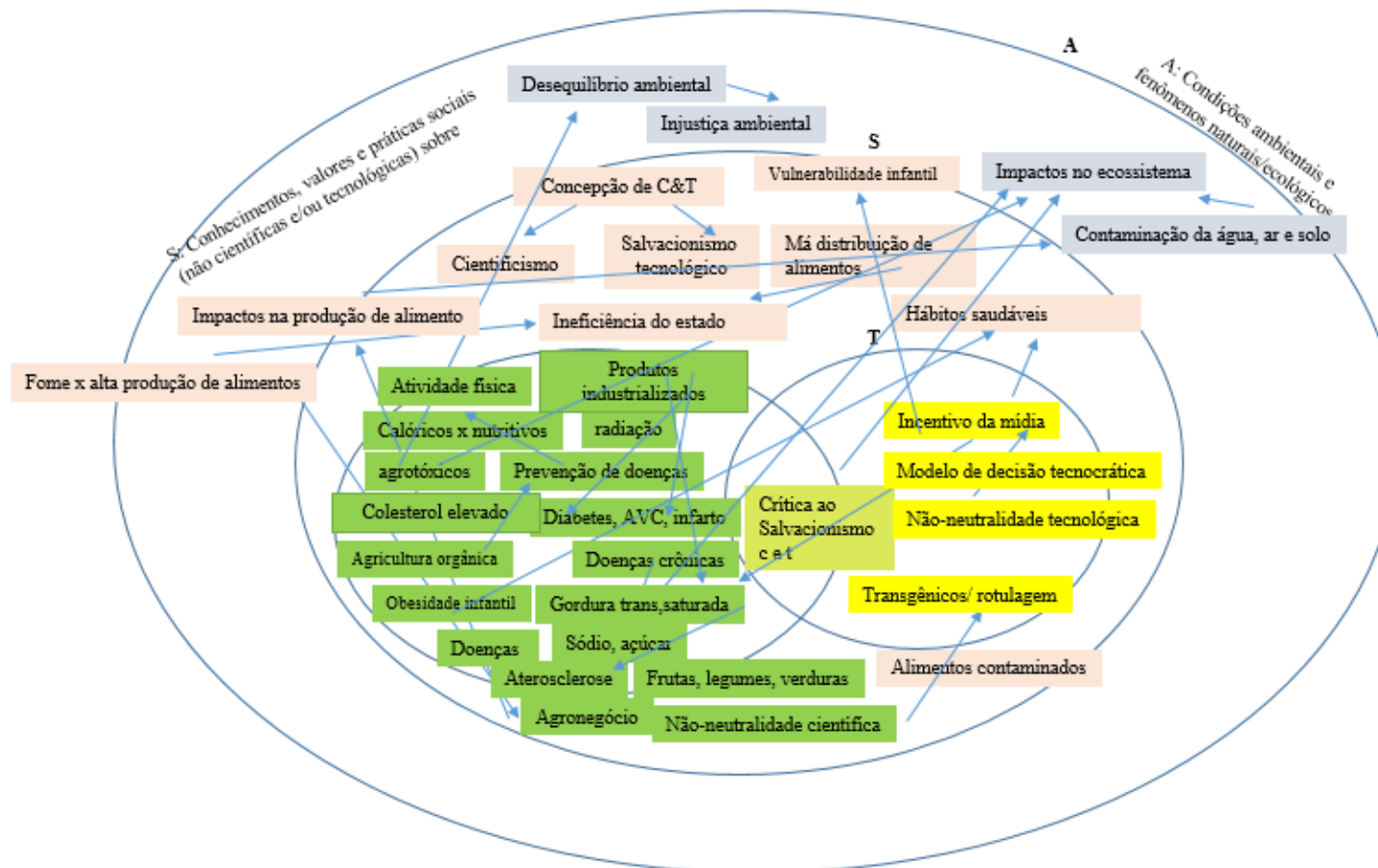
Consideramos que o grupo alcançou, de maneira abrangente, desenvolver relações entre CTSA, por meio de uma abordagem integral, crítica e científica.

Quanto ao desenvolvimento de atitudes favoráveis ao ativismo sociopolítico, observamos que, na versão inicial do script, tal intenção não foi explícita. Na versão final do script, não observamos intenções explícitas ao desenvolvimento do ativismo sociopolítico; no entanto, claramente, o grupo adota um discurso com intenções transformadoras na medida em que estimula o consumo de frutas, legumes e verduras, busca conscientizar os/as educandos/as na escolha de alimentos saudáveis, procura desenvolver no/a aluno/a um senso crítico diante do que a mídia reproduz, incentiva a criação de horta natural em casa. Consideramos essenciais tais posicionamentos na construção de modos de ver e viver a sua realidade, a partir do estudo aprofundado das relações que foram estabelecidas entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, sinalizando posturas condizentes com o cuidado necessário para a construção de hábitos alimentares saudáveis.

Conforme podemos observar na figura 13, abaixo, os estudantes mobilizam dimensões dos conteúdos que condizem com uma abordagem reflexiva sobre o tema. Assim, conceitos biológicos sobre o tema não foram negligenciados, pelo contrário, foram um dos pontos de partida para a conscientização sobre os problemas de saúde causados pela má alimentação. O grupo abordou aspectos políticos e econômicos que envolvem a alimentação saudável, novos caminhos como a agroecologia, e as consequências do agronegócio para a sociedade, tendo em vista o contexto da fome frente a tanta produtividade, questionando esta contradição. O grupo realizou também questionamentos da visão salvacionista da tecnologia e ciência, interesses particulares envolvendo estas, a necessidade de políticas públicas de distribuição de alimentos e a vulnerabilidade das populações no consumo de alimentos industrializados e contaminados.

Figura 13. Esquema das inter-relações dos domínios CTSA articulados à QSC na fase inicial do script descritivo.

Figura elaborada com base nas configurações apresentadas por Bencze (2008), encontradas no *site*: <https://webpace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html> e por Conrado (2017) com base nas ideias de ator-rede, e nos conteúdos do currículo associados às QSCs e nos domínios C-T- S- A.



Fonte: elaborado pela autora.

Ao observar os conteúdos estabelecidos pelo grupo, consideramos que o mesmo alcança 3 níveis da alfabetização científica crítica (ACC) proposta por Hodson (2004), segundo este autor o desenvolvimento destes níveis envolve: 1. Reconhecer as complexas interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, compreendendo que estas são construtos sociais passivos de interesses. 2: Reconhecer os interesses que influenciam atividades científicas-tecnológicas. Os níveis 3. Reconhecer a importância da participação pública na resolução de problemas socioambientais e nível 4. O qual está relacionada ao reconhecimento da ação sociopolítica como forma de superar modelos de decisões tecnocráticas, não foram alcançados por este grupo. Observando as relações CTSA mobilizadas pelos grupos, constatamos que, foi possível o alcance de (16) algumas relações de alta complexidade (quando o estudante mobiliza todos os domínios CTSA em conjunto), (4) relações de baixa complexidade (quando o grupo mobiliza elementos CTSA separadamente e (9) relações de média complexidade, ou seja, quando os grupos mobilizaram alguma relação entre os domínios CTSA. Esta análise, foi realizada com base em Queiroz, Conrado e Silva (2019). Na tabela abaixo, apresentamos a frequência de mobilização de relações CTSA produzidas por todos os grupos.

Tabela 01. Frequência dos elementos CTSA ou da relação destes nas discussões dos participantes

DIMENSÕES		GRUPOS					
		A	B	C	D	E	F
C T S A	Baixa complexidade	3	5	6	6	3	2
		2	2			2	2
		1	1			1	
CT CS CA TS TA SA CTS CTA CSA TSA	Média complexidade	1					1
		5	3	4	6	3	1
		1	5			1	
						1	
		8	3		3	2	3
		3		1		1	
						4	
		2	1	6	2		4
					1	6	
CTSA	Alta complexidade	5	1	6	6	14	16
Total de assertivas		31	21	23	22	37	29

Fonte: elaborado pela autora.

3.5 LIMITES E POSSIBILIDADES ENCONTRADOS PELOS/AS LICENCIANDOS/AS NA CONSTRUÇÃO DAS PROPOSTAS DE ENSINO

A partir da análise de caderno de campo da pesquisadora e dos/as licenciandos/as em formação, bem como áudios e materiais produzidos por eles/as, conseguimos pontuar alguns limites e possibilidades discutidos pelos grupos durante o trabalho com as perspectivas teóricas adotadas.

i. Dificuldade na apropriação dos pressupostos teóricos QSC/CTSA/FREIRE

Observamos que os/as alunos/as tiveram dificuldades na construção da proposta de ensino baseada em QSC (a partir do modelo teórico contendo caso, objetivos de aprendizagem e questões norteadoras). Também manifestaram dificuldades em entender o que significa uma questão sociocientífica, apresentando resistências na apropriação da abordagem de ensino, por a acharem complexa demais, na medida em que precisam realizar diferentes relações do tema com aspectos sociais, científicos, políticos, ambientais etc. Uma aluna emitiu a seguinte opinião:

A gente iria falar de água, do lixo, depois ampliou demais, ficou muito complexo, socioambiental, sociopolítico, sócio não sei o quê... (Integrante A /Grupo E).

Nesse panorama, concordamos com Galvão, Reis e Freire (2011), ao afirmarem que uma das dificuldades a serem superadas pelos professores na abordagem de QSC é o pouco conhecimento sobre os aspectos políticos, econômicos, sociológicos e éticos de tais questões. Assim, entendemos, por meio da fala acima, que há uma visão ingênua acerca do problema, uma vez que, para a licenciada, parece sem sentido abordar tais aspectos a partir do tema escolhido. Nesse sentido, outra aluna emitiu a seguinte opinião:

Temos dificuldade em trabalhar com o tema por insegurança. Nós subestimamos os alunos (Integrante B/ grupo C).

Tais afirmações corroboram com Santos e Mortimer (2009), quando afirmam que professores/as menos experientes apresentam dificuldades em explorar diferentes pontos de vista dos/as estudantes e aprofundar questões relacionadas a QSC em sala de aula. Tal afirmação nos permite inferir também a necessidade que o/a licenciando/a apresenta de confiar mais na potencialidade dos/as alunos/as, bem como de reconhecer suas próprias fragilidades, podendo levar a novas reflexões sobre a sua prática pedagógica. Estudos têm evidenciado a formação insuficiente dos/as professores/as (AULER; DELIZOICOV, 2006; ACEVEDO *et al.*,

2008; ZEIDLER, 2005) para tratar de questões CTS no âmbito escolar e nas instituições de ensino, de modo geral.

Outra dificuldade apontada pelos/as alunos/as foi “*sair da aula expositiva*” (GRUPO C). Esta, sem dúvida, é uma dificuldade no trabalho a partir dessas perspectivas teóricas, quando pensamos na tradição ainda existente nas escolas, baseada no ensino propedêutico, sem relação com a realidade, carregada de certa neutralidade e pautada em métodos conteudistas e reprodutivistas. Nesse sentido, Dionor *et al.*, (2020, p. 217), analisando o uso de QSC como base para o planejamento de propostas de ensino, publicadas na literatura, encontraram como principais dificuldades:

[...] a resistência de professores e gestores, devido à demanda exigida a estes e à falta de um currículo orientado para as finalidades de uma educação crítica; a falta de materiais educativos adequados para serem utilizados durante a execução das propostas; a deficiência no processo de formação docente inicial e continuada; e a dificuldade dos próprios discentes ao se depararem com tal estratégia didática.

Os autores problematizam que essas dificuldades poder ser parte dos desafios presentes na própria educação, quando os envolvidos se deparam com propostas inovadoras ou que buscam questionar práticas tradicionais já existentes.

ii. Vantagens da investigação de QSCs na comunidade

Muitos/as alunos/as relataram as vantagens de partir destas perspectivas teóricas no ensino de Ciências, considerando melhorias na qualidade do ensino e na sua própria formação. Os estudantes emitiram as seguintes opiniões acerca do trabalho na perspectiva freireana:

Partir do princípio freireano, da realidade, dialogar, instigar os alunos a pensarem (GRUPO D).

Olhar para o contexto, a partir de tema gerador e abordar várias coisas (GRUPO C).

A pesquisa de campo foi algo novo, que então não tinha me deparado na universidade, ir no cara a cara mesmo, na comunidade, chamar na porta das pessoas e ouvi-las, saber qual o problema que elas passam no seu bairro (GRUPO A).

Todos os sujeitos trazem consigo a sua própria leitura de mundo, através das suas experiências, diante disso, podemos perceber que ao professor se inserir em uma sala de aula, é propício que ele busque trocar experiências com os alunos, que ele não chegue na sala se considerando o dono de todo o saber, mas sim que ele está naquele ambiente para aprender também junto com cada aluno (GRUPO F).

Entendemos a ciência, tecnologia e sociedade que devemos trabalhar com questões em que os alunos se encontram, não sendo refém dos livros didáticos, não deixar a mídia influenciar os conhecimentos dos alunos. E fazer com que os alunos construam suas visões críticas e que não aceitem tudo que é imposto pela ciência e tecnologia dita como “verdade absoluta” (GRUPO F).

Hoje sabemos que quando estivermos na sala de aula, não podemos nos limitar somente ao livro didático, mas tendo o mesmo como uma ferramenta de apoio (GRUPO B).

Observamos que os/as licenciandos/as citam vantagens da abordagem freireana na sua prática de ensino, por meio de diálogo, temas geradores, pensamento reflexivo, buscando entender a realidade local e os problemas vivenciados nesse espaço, desenvolvendo a autonomia com relação ao currículo escolar, bem como uma visão crítica sobre a ciência e seus desdobramentos na sociedade e no ambiente, ao superar uma visão ingênua e positivista da ciência e suas produções. O alcance de tais perspectivas reflexivas indica a contribuição do trabalho nessas perspectivas teóricas para a formação docente, indo de encontro às conclusões de Vale, Santos e Cunha (2016), quando afirmam que a abordagem de QSC na formação de professores de Ciências muitas vezes não se preocupa em desenvolver aspectos formativos, mas apenas exposição das concepções de docentes e suas articulações em sala de aula. Freire (1996) afirma que o/a professor (a) deve respeitar os saberes dos/as educandos/as, no sentido de aproveitar as experiências dos/as mesmos/as, discutindo, por exemplo, a poluição dos riachos, diferentes níveis de bem-estar da população, os lixões e os riscos que oferecem à saúde pública. Para o educador, práticas de ensino críticas, devemos questionar o porquê de não haver lixões nos centros urbanos, permitindo discutir a realidade concreta e estabelecer relação entre os saberes curriculares fundamentais aos/às alunos/as e a experiência social que eles/as têm como indivíduos. Na abordagem de QSC na perspectiva CTSA, os temas também são discutidos dessa forma, ao se buscar relacioná-los com o contexto local ou global dos/as estudantes, desvelando contradições, jogos de interesse e posicionamentos éticos que são responsáveis pela construção do problema na sociedade. Uma outra estudante fala sobre a experiência de ir a campo para identificar e caracterizar um problema local, como podemos observar a seguir:

Ir a campo foi bom porque podemos perceber problemas reais da nossa cidade, o que nos inquietou e mobilizou para encontrar soluções (GRUPO E).

Resgatamos Freire (1996), quando diz que ensinar exige apreensão da realidade. Para o/a educador (a), isto significa a capacidade de aprender, não apenas para se adaptar, mas sobretudo para transformar a realidade, para nela intervir, recriando-a. Assim, para que o homem aja de maneira consciente sobre essa realidade, é preciso compreendê-la. Para Freire (1967, p. 106), “se a compreensão é crítica ou preponderantemente crítica, a ação também o será. Se é mágica a compreensão, mágica será a ação”.

iii. Visão integral sobre os temas abordados

Observamos que os/as licenciandos/as ressignificaram a visão sobre determinados conteúdos a partir do trabalho com QSC na perspectiva CTSA e pedagogia freireana, através do contato intenso com os temas estudados, buscando desvelar as múltiplas relações CTSA que envolvem os mesmos, conforme podemos observar nos enunciados abaixo:

O lixo é muito mais que isso, o que joga fora, o excesso de comida. É um tema muito mais aprofundado (GRUPO A).

O aluno precisa entender que a poluição na cidade prejudica o timbó¹⁴, que fica na zona rural (GRUPO C).

Cada vez mais surgem novos assuntos, outros conceitos, neste período estou descobrindo outro conhecimento e relações que existem entre a produção do lixo, o ambiente, a tecnologia e a ciência (GRUPO A).

Uma aluna, ao analisar a passagem de um artigo sobre alimentação saudável, disse:

Mas, está com o foco muito no biológico (GRUPO F).

Observando os exemplos de falas acima, notamos como foi possível a ampliação das visões de mundo dos participantes sobre os assuntos estudados, criando outros referenciais teórico-epistemológicos que permitem compreender a complexidade do tema e adotar uma postura investigativa, bem como referenciais éticos que permitem desencadear o posicionamento crítico e político frente aos problemas que enfrentam nas suas comunidade, construindo um perfil de professores/as aptos/as ao enfrentamento das necessidades da sociedade atual. Corroboramos com a perspectiva defendida por Sadler (2004), quando argumenta que as discussões que envolvem QSC devem proporcionar a aprendizagem de conteúdos científicos e a apreensão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo, ético e moral dos/as alunos/as.

Observamos também a aproximação dos/as estudantes com a metodologia adotada na construção das propostas de ensino com base nas QSCs, a qual se deu de maneira processual, ao longo do semestre letivo, como podemos notar na fala a seguir:

A proposta de hoje é a confecção de um caso, a partir da temática encontrada na entrevista, a qual é desmatamento, sendo de extrema importância para a nossa formação, a qual se dá de maneira continuada, sendo um processo adquirido ao longo do semestre (GRUPO C).

¹⁴ Timbó é uma região da zona rural de Amargosa, Bahia, que contém cachoeiras e paisagens que atraem visitantes.

Nesse processo de formação, optamos por uma abordagem que privilegiasse o diálogo, em todas as fases do processo, por entendermos que esses indivíduos são sujeitos da sua própria aprendizagem, em relação com o objeto que pretendem conhecer e o educador (FREIRE, 1996).

iv. Visão crítica e reflexiva

Observamos a influência freireana na visão dos/as licenciandos/as, na medida em que manifestaram: perspectiva humanista, relação com a realidade, reflexão e criticidade, contribuições inerentes à pedagogia freireana, utilizadas nos processos de formação cidadã, como podemos notar a seguir:

Para além da tecnologia e da ciência, esteve presente o lado humano, procurando trabalhar o cotidiano e com a realidade do aluno e não colocar como sujeito superior (GRUPO D).

A disciplina pode possibilitar aos alunos uma visão crítica acerca dos conteúdos aplicados, trazendo para a sua realidade. A disciplina possibilitou uma formação humanizadora em consonância com as novas concepções de cidadania, ao mesmo tempo, pode proporcionar a este aluno a capacidade de reflexão e criticidade que contribuirá na construção do pensamento autônomo e independente (GRUPO A).

Nas falas abaixo, observamos as contribuições do trabalho com QSC, apontada por uma licencianda:

Fazer essa sequência didática foi muito enriquecedor, pois, a cada passo dado, a cada dia de escrita, adquirimos um conhecimento novo, aprendemos um conceito diferente e com tudo isso ampliamos nosso olhar para o mundo e para as coisas que acontecem na nossa sociedade. Sem dúvidas, estamos com um poder maior de percepção e mais aptos a desenvolvermos aulas de Ciências que despertem o interesse do aluno e faça com que o mesmo crie um pensamento crítico para as diversas modificações sociais e para que lutem em prol de uma sociedade mais justa (Integrante A/ GRUPO D).

Constatamos que a abordagem de QSC permitiu a superação da visão de ciência pautada apenas no método científico, positivista, empiricista, sem relação com a realidade. As QSC, na perspectiva CTSA (CONRADO *et al.*, 2016; CONRADO; EL-HANI; NUNES-NETO, 2013; ANDRADE, 2016), possibilitam uma abordagem mais abrangente e contextualizada do conteúdo científico, contribuindo para a superação de visões deformadas do trabalho científico. Porém, partir da perspectiva CTS, foi visto como complicado e difícil, como podemos observar nas falas a seguir:

Eu não sabia que dar uma aula com uma abordagem CTS era tão difícil, é complicado, tive que ler bastante. Às vezes, pensa que pegar o tema lixo e levar para sala de aula é fácil, mas não é, é complicado. Mas, está sendo bom ler sobre o assunto, a gente já

pensa em levar uma outra abordagem sobre o assunto, não é uma abordagem simples, como estávamos pensando antes e achar uma metodologia também é complicado. (Grupo A).

Quanto à elaboração da questão sociocientífica, ela se deu até o momento em que não conseguia ter o entendimento sobre o quanto a ciência abrange diversos conteúdos, pois só conseguia pensá-la através de um tema relacionado a natureza e laboratório. Após as aulas e durante o processo de elaboração, fui percebendo o quanto ela é ampla e daí então foi se tornando mais fácil (GRUPO D).

Apesar de reconhecer a complexidade do trabalho a partir de temas que envolvem relações CTS, observa-se uma tendência a mudança de postura com relação à abordagem do tema. Observamos o reflexo dos processos de formação na condução de novas perspectivas para o trabalho em sala de aula, bem como a ressignificação dos temas pelo reconhecimento da sua complexidade.

v. Despreparo do/a professor (a)

Os/as estudantes citaram o despreparo para abordar os conteúdos como um problema do trabalho na perspectiva de convergência entre QSC/CTSA e a Pedagogia de Paulo Freire. Também fizeram referência à defasagem do sistema educacional na medida em que, para eles, este não permite que o/a professor (a) pense e reflita sobre essas duas abordagens. O grupo cita, ainda, a complexidade envolvida nas QSC como algo que, inicialmente, foi difícil de considerar, mas que se tornou possível após as orientações. Essa constatação dialoga com as ideias de Fazenda (2006), quando aponta, como possibilidade de superação da fragmentação do currículo, a abordagem interdisciplinar dos conteúdos. Vale repensar, como nos orienta Pombo (2003), a organização das disciplinas e sua relação com as fronteiras do conhecimento, buscando superar a fragmentação dos saberes, tendo em vista as graves consequências para os/as educandos/as e professores/as. Nesse sentido, é necessário que invistamos em perspectivas de ensino que discuta aspectos sociais, políticos e econômicos relacionados aos assuntos do currículo, pois vivemos em uma realidade permeada pelas modificações da ciência e tecnologia, e somente em uma visão ampla poderemos ser capazes de avaliar, questionar e participar dos dilemas que envolvem ciência e tecnologia (MUENCHEN; AULER, 2007).

vi. Despreparo dos/as alunos/as

Os/as alunos/as apresentaram dificuldades em construir os objetivos de aprendizagem, em diferenciá-los e em usar os verbos correspondentes. Também precisaram entender que esses

objetivos devem ser pensados na perspectiva dos/as alunos/as, retirando o foco no trabalho do/a professor (a), e que a aula precisa ser organizada de maneira mais dinâmica para que os/as alunos/as sejam protagonistas na construção do seu próprio conhecimento. Constatamos que essas dificuldades, em grande parte, são frutos da formação disciplinar e tradicional que predominou ao longo da sua trajetória acadêmica. Segundo Martínez-Pérez (2012), a ideologia tecnicista do currículo, reduzem o ensino a transmissão de conteúdos, que muitas vezes, não apresentam relação com o seu cotidiano, os professores assumem uma postura aparentemente neutra, sem refletir sobre as finalidades do seu ensino. Segundo Guimarães *et al.*, (2018), um dos desafios para a implementação de QSC se refere à resistência dos/as professores/as em dialogar com inovações educacionais, entendendo que essas novidades educacionais se referem a tudo aquilo que, até então, não fazia parte da prática pedagógica da comunidade escolar. Essa situação pode ser agravada quando essas inovações não são construídas a partir do diálogo com os/as professores/as da educação básica, sendo então regulatórias, e não emancipatórias (VEIGA, 2003).

Segundo Guimarães *et al.* (2018), uma dificuldade apontada na abordagem de QSC pelos/as professores/as é a superação da ideia de obrigação de dar conta de todos os conteúdos do currículo, além da necessidade de adequação do trabalho com QSC à carga horária da escola e o tempo requerido para planejamento das aulas (SANTOS; MORTIMER, 2009). Essas dificuldades não foram apontadas pelos/as licenciandos/as nesta pesquisa.

vii. Formação do/a professor (a) pesquisador (a)

Partindo do pressuposto de que não há curiosidade epistemológica na cotidianidade, precisamos, cada vez mais, despertar nos alunos a leitura cuidadosa e atenta a sua realidade, podendo, assim, desenvolver atitudes de investigação crítica sobre os fatos, alcançando um senso crítico científico, o qual é impossível sem tomarmos a posição de corpos conscientes e, portanto, indagadores. Para formar professores pesquisadores, é preciso construir, junto com eles, esta curiosidade crítica pelas mazelas e pelos problemas do mundo, e estar fazendo isso a partir de uma perspectiva socioambiental e sociocientífica.

Segundo um dos grupos:

Trabalhar a partir dos referenciais de Freire ajuda, pois estamos partindo da realidade concreta do aluno, e estamos indo para a comunidade com outra visão, a de pesquisador (GRUPO C).

Segundo Fracalanza, Amaral e Gouveia (1986), o/a professor (a) deve usar o cotidiano para promover o diálogo com a realidade dos/as estudantes, partindo de seu mundo concreto para fazer com que eles/as se interessem mais pelo seu objeto de estudo. Para Freire (1968), o interesse humano vem antes do conhecimento, ou seja, o indivíduo precisa sentir-se motivado, inquieto, insatisfeito, sobre determinado problema que o afeta, para que, de fato, desenvolva a curiosidade epistemológica. Segundo Freire (1995, p. 95), “nada ou quase nada existe em nossa educação que desenvolva no nosso estudante o gosto da pesquisa, da constatação, da revisão dos “achados” — o que implicaria no desenvolvimento da consciência máxima possível”.

Na abordagem de QSC na perspectiva CTSA, os temas também são trabalhados dessa forma, buscando relacioná-los com o contexto local ou global dos/as estudantes, desvelando contradições, jogos de interesse e posicionamentos éticos que são responsáveis pela construção do problema na sociedade.

Freire (1996) afirma que ensinar exige pesquisa. Acreditamos que desenvolver atividade de pesquisa para a elaboração do script descritivo contribuiu para a construção da autonomia dos/as educandos/as. Através da pesquisa, foi possível avançar de uma consciência real efetiva para uma consciência máxima possível.

A apropriação dessa abordagem exigiu a superação de algumas dificuldades, uma vez que ela exige a busca de informações de campos variados do saber e o desenvolvimento de competências didáticas capazes de promover o diálogo com os/as estudantes, trazendo outras visões de mundo para a sala de aula.

3.6 PRÁXIS: A CONSTRUÇÃO DE SUJEITOS TRANSFORMADORES DO MUNDO POR MEIO DE AÇÕES SOCIOPOLÍTICAS

Consideramos que as discussões sobre as controvérsias sociocientíficas são potenciais na construção de questionamentos sobre aspectos relativos à natureza da ciência, contribuindo para desconstruir imagens elitistas dos/as cientistas e visões salvacionistas da ciência e tecnologia, se revelando como fator potencial para construção de uma educação científica cidadã, responsável e crítica (REIS, 2013).

No entanto, discutir aspectos relacionados à natureza da ciência não tem sido algo comum nas salas de aula. Segundo Hodson (1988, p. 20), devemos apresentar uma visão mais humana da ciência e do cientista.

Não desejo retratar todos os cientistas como (...) oportunistas cínicos com motivações pessoais, e seria um desastre se o currículo de Ciências o fizesse. Não há dúvidas de que as posições pessoais, políticas e religiosas dos cientistas têm impacto no tipo de ciência que escolhem fazer; também não existe dúvida de que a intuição, a sorte (boa

e má), o interesse próprio, a ambição pessoal e as pressões acadêmicas e de publicação influenciam, de tempos a tempos, a forma como o fazem. (...) Acima de tudo, eu quero lembrar os alunos de que a ciência é realizada por pessoas, e de que essas pessoas, como quaisquer outras, tem posições, valores, crenças e interesses. Pretendo que o currículo mostre aos alunos que essas pessoas (cientistas) podem ser calorosas, sensíveis, bem-humoradas e apaixonadas. Mais importante, quero que eles compreendam que as pessoas que são calorosas, sensíveis, bem-humoradas e apaixonadas podem tornar-se cientistas apesar de lhes ser exigido que conduzam o seu trabalho de acordo com códigos de prática estabelecidos, avaliados e mantidos pela comunidade de cientistas (p. 20; traduzido pela autora).

Acreditamos que, aproximando os alunos da ciência da vida real, da sua realidade existencial, podemos contribuir na construção de um pensamento crítico sobre a natureza da ciência, aproximando os homens e mulheres comuns das produções por ela geradas. Segundo Hodson (2018), para alcançarmos uma alfabetização científica crítica é preciso, dentre outras coisas, aproximar o ensino da vida real, contextualizando o entendimento sobre a natureza da ciência, buscando desenvolver um letramento científico cívico.

Atualmente, o bem-estar dos indivíduos, das sociedades e do ambiente está ameaçado por problemas complexos, que podem ser originados pela relação controversa do capitalismo com a ciência e a tecnologia (BENCZE, 2008; ZIMAN, 2000). Esse contexto exige uma cidadania bem informada e capacitada para decidir e atuar sobre essas questões de maneira informada. Assim, Jensen e Schnack (2011) defende a busca de soluções de problemas ambientais, buscando o envolvimento tanto individual quanto coletivo.

Segundo Reis (2013), existem várias formas de envolver os/as alunos/as no desenvolvimento de ações sociopolíticas sobre questões sociocientíficas, como, por exemplo, através de criação de blogs, criação de cartazes e materiais de divulgação em geral, panfletagem, entre outras atividades possíveis. Neste trabalho, constatamos tanto o surgimento de ações sociopolíticas diretas quanto indiretas (HODSON, 2011; JENSEN; SCHNACK, 2011), tanto nos planos de aula quanto em ações efetivas. Ações sociopolíticas, segundo Hodson (2011), são ações conscientes, realizadas por um grupo com o objetivo de tentar resolver ou chamar a atenção para problemas socioambientais que envolvem ciência e tecnologia na sociedade e no ambiente, propondo a mudança social. De acordo com Hodson (2011), existe diferença entre uma ação e uma atividade. Segundo ele, ações devem ser focadas em soluções de problema ou dirigidas à mudança das condições ou circunstâncias que levaram ao problema. As atividades envolvem apenas a tomada de consciência sobre a existência de determinado problema ou da necessidade de resolvê-lo, como, por exemplo, um levantamento de dados sobre a contaminação de rios por glifosato. As ações sociopolíticas podem ser divididas entre diretas e indiretas. As ações diretas podem ser exemplificadas, como: usar

bicicleta ao invés de carro, comprar alimento orgânico ao invés de alimento produzido à base de agrotóxicos, destinar o lixo à reciclagem, realizar compostagem, desligar as luzes, utilizar sacos verdes para ir ao supermercado, dentre outras. Na nossa pesquisa, as ações diretas executadas durante a disciplina pelos/as licenciandos/as foram: plantio de árvores ao redor do rio desmatado e dentro do campus da universidade, criação de páginas na internet com vistas a denunciar problemas socioambientais. No entanto, constatamos a disposição para outras ações sociopolíticas diretas nos discursos dos/as estudantes do semestre 2017.2, conforme podemos observar nos fragmentos abaixo:

Pró, boa noite, estava aqui pensando, sobre a pesquisa das meninas sobre a barragem de Cachoeira, e se aproveitássemos a pesquisa para elaborar um documento, uma carta, alguma coisa pra podermos divulgar as condições da barragem. Pois, as pessoas já estão comentando, acho que o governador disse que já avisou para os moradores saírem de lá, mas não é bem assim, eles irão sair e vão para onde? Enfim, acho que poderíamos fazer algo pra chamar atenção e iniciar um protesto!

Primeiro, gostaria de agradecer por nos contemplar com assuntos riquíssimos. Sai da aula ontem cheia de ideia e à noite já fiz algumas anotações. A ideia da feira é excelente e válida e com certeza iremos ter resultados positivos nessa ação, mas queria ir muito além da feira. Estava pensando em um projeto em parceria com a Prefeitura e que também tivesse como foco a feira à princípio, buscando reaproveitar os resíduos orgânicos que são jogados no lixo todos os dias.

As ações indiretas podem ser: aprovar uma lei para banir o uso de agrotóxicos nos alimentos, realizar petição contra o uso de agrotóxicos, realizar visita a agricultores para discutir sobre o assunto, dentre outras. Nesta pesquisa, as ações indiretas realizadas pelos/as licenciandos/as foram: a realização de panfletagem na feira livre da cidade e a confecção de cartazes de divulgação e página na internet, buscando a denúncia e divulgação sobre o declínio de polinizadores. Constatamos também o surgimento de atividades sociopolíticas, as quais envolvem apenas a tomada de consciência sobre a existência de determinado problema ou a necessidade de resolvê-los, como, por exemplo, levantamentos de dados sobre a contaminação de rios e desmatamento de matas ciliares da região e busca de informações sobre o destino do lixo que é produzido na comunidade. Todas as ações diretas e indiretas, bem como atividades sociopolíticas podem ser observadas nas imagens abaixo (Figura 14).

Figura 14. Ações sociopolíticas realizadas à beira do Rio Jiquiriçá e no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia por grupos que trabalharam com o tema “Desmatamento”, no semestre 2018.2.



Fonte: arquivos da pesquisadora.

Na imagem acima (Figura 14), ilustramos uma ação sócio-política realizada por esse grupo de alunos/as sobre o tema “A seca no Rio Ribeirão”, através de plantio de árvore e confecção de faixa, ambas realizadas no semestre 2018.1. Após estudo do tema, o grupo compreendeu a importância das matas ciliares na manutenção dos rios e por isso, tiveram a ideia de fazer uma pequena caminhada da sala até o pátio, levando a faixa para realizar o plantio simbólico de árvores no campus.

No script descritivo, o referido grupo descreve estas ações acima (confecção de faixa e plantio de árvore) com as seguintes palavras:

Assim, conscientes da importância da preservação das florestas, matas ciliares, dos rios, como também da importância do nosso engajamento social em defesa da natureza, vamos dar início a nossa passeata com o apoio de uma faixa com a seguinte mensagem: “Assim como os cílios protegem os olhos, a mata ciliar protege as nascentes, córregos e rios”, ao som da música “Terra, planeta água” de Guilherme Arantes e distribuição de adesivos com destaque da relação da planta com a produção de água, no final plantaremos uma árvore, como exemplo de cidadania e engajamento social com a causa ambiental.

No semestre 2019.2, o tema novamente surgiu em sala de aula. É interessante observar a mobilização de diferentes conteúdos nesse semestre a partir da problemática, o que permitiu a construção de compreensões mais críticas e integrais sobre o tema. Na imagem abaixo (Figura 15), foi registrada uma atividade de observação, através de lâmina com ajuda do microscópio, da estrutura de um estômato, estrutura presente na epiderme das folhas que tem a função de promover a troca de gases com a atmosfera e a transpiração. Utilizamos esta prática de observação do estômato, por acreditar na importância do mesmo para os processos

fotosintéticos e na transpiração foliar, o que contribui para a formação das chuvas. A abordagem desse tema permitiu também discutir aspectos relacionados ao desmatamento no Brasil na atualidade, suas causas e efeitos para a sociedade em geral.

Figura 15. Observação da estrutura do estômato por meio de microscópio em sala de aula.



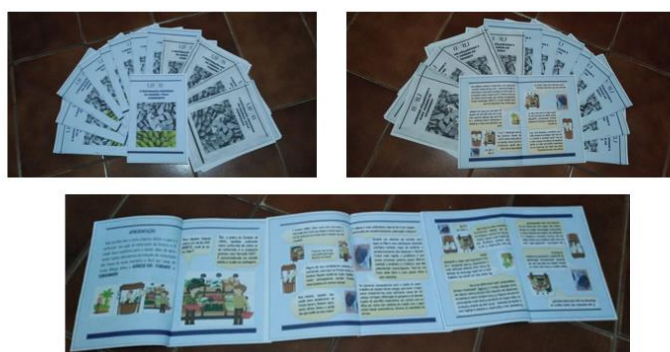
Fonte: Arquivos da pesquisadora.

Figura 16. Ação sociopolítica realizada na Feira Municipal de Amargosa, Bahia. O tema abordado pelo grupo foi “O uso do carbureto na maturação de banana: impactos socioambientais”, no semestre 2019.1.



Fonte: arquivos da pesquisadora.

Figura 17. Material de divulgação científica distribuído na feira livre de Amargosa, produzido pelo grupo sobre a maturação induzida da banana pelo uso do carbureto, no semestre 2019.1.



Fonte: arquivos da pesquisadora.

Figura 18. Materiais de divulgação científica produzidos pelo grupo sobre os impactos socioambientais do consumo da carne bovina, no semestre 2019.1.



Fonte: arquivos da pesquisadora.

Figura 19. Página criada pelo grupo para divulgação de notícias relacionadas ao declínio dos polinizadores, no semestre 2019.1.



Fonte: arquivos da pesquisadora.

Segundo Hodson (2011), as ações indiretas não devem ser desprezadas, pois elas podem ter efeitos de longa duração, e valorizar as ações diretas. O autor ressalta ainda que as ações indiretas desvelam a origem do problema, dificultando o desvio da atenção, bem como as suas raízes sociais e políticas e os interesses particulares que subjazem o problema. No entanto, as ações diretas são de extrema importância, quando falamos em educação para o ativismo político. Para Hodson (2011), ações realizadas apenas no âmbito direto podem gerar políticas como a do consumo verde, a política dos três Rs, a ideia de consumo sustentável, as quais, se não estiverem ligadas a um aprofundamento sobre as causas e consequências do consumismo, minimizam a sensação de culpa da sociedade em seu consumo desenfreado, podendo reduzir reflexões e ações voltadas às causas dos problemas relacionados ao consumo.

Nessa perspectiva, Freire (1987) utiliza o termo práxis para caracterizar a ação dos homens e mulheres críticos sobre o mundo. Neste trabalho, observamos a construção do exercício de reflexão e ação por meio das intervenções que foram estabelecidas na realidade, por meio de ações previamente planejadas, por exemplo, plantio de árvores, produção de materiais para divulgação, conversa com agricultores, pesquisas sobre a ocorrência de problemas sociocientíficos na comunidade, blogs etc. Aliada ao trabalho com QSC na perspectiva CTSA, a pedagogia freireana pode promover a autonomia dos/as educandos/as frente ao sistema capitalista, desenvolvendo a reflexão sobre as condições socioambientais em que vivem, se aproximando da ciência, por meio da realidade local.

Quando falamos em promover a autonomia dos/as educandos/as e dos/as professores/as, nos referimos a algo que possa lhes devolver o direito de problematizar pensamentos e ações científicas que impactam no seu meio, de questionar a neutralidade da ciência, de avaliar os riscos e benefícios da ciência e da tecnologia, de tomar decisões de maneira responsável (HODSON, 2011). Quando observamos os/as alunos/as questionando mitos e promovendo ações para a mudança da realidade, inferimos que o ensino de Ciências quando construído a partir do contexto, na perspectiva CTSA, pode promover reflexões sobre os desdobramentos sociais dos conteúdos, a ética perversa fundada nos interesses do mercado e o fatalismo imobilista que nega a esperança por melhores condições de vida e de existência.

Na perspectiva freireana, a educação não pode partir de algo verbalista, vazio de significado e pautado no ativismo desinformado, mas da reflexão e da ação, uma vez que, quanto mais o indivíduo compreende o que acontece ao seu redor, o que lhe oprime, mais ele terá condições de transformar a realidade, fazendo possível a superação da relação opressor-oprimido. Segundo Freire (1980, p. 28), “quanto mais conscientizados nos tornamos, mas capacitados estamos para ser anunciadores e denunciadores, graças ao compromisso de

transformação que assumimos”. Acreditamos que conseguimos gerar nos/as estudantes essa conscientização, por meio da aproximação, da escuta e do desvelamento da realidade e pela pesquisa sobre os problemas estudados. Segundo Freire (1980), somente quando entendemos um problema a fundo, nos sentimos capazes de intervir, tornando-nos proféticos, utópicos e esperançosos por mudança.

A partir do trabalho sobre o tema “proliferação de escorpiões em Amargosa” por no semestre 2018.2, constatamos que é possível discutir também o caráter cultural que existe por trás da construção de hábitos alimentares, uma vez que, em muitas culturas, se consome o escorpião, discutindo como isso é possível, uma vez que o animal é peçonhento. Este grupo representou em um cartaz as distintas relações existentes entre o animal, a sociedade e o ambiente, as quais podemos visualizar no fragmento abaixo:

Para descrever a imagem, o grupo utilizou a seguinte frase:

O habitat natural do escorpião é na floresta. Com a má ação do homem, o índice de desmatamento tem aumentado e com isso os escorpiões saem de seu habitat natural em busca de alimento e fugindo da destruição de seu habitat. Por consequência disso, eles se alojam nas casas onde conseguem alimento e local para se proliferar. Nesse mesmo local, habitam o ser humano, que produz lixo, que quando não descartado corretamente contribui para a proliferação do escorpião. E por não ser seu habitat natural, se sente ameaçado por compartilhar o mesmo ambiente que o homem e acaba por atacar (picar) os seres humanos que têm contato. Após isso, o local mais apropriado para o homem ser tratado é um hospital, para o veneno do escorpião não se alastrar pelo corpo. O tratamento é feito com o próprio veneno do escorpião, um soro, o antiescorpiônico.

É interessante ressaltar que surgiram diferentes linguagens na construção do caso, desde poema em formato de cordel, até tirinhas em quadrinhos, os quais demonstraram a intenção dos licenciandos de aliar a linguagem científica apropriada à idade-série dos alunos. No fragmento abaixo, podemos observar o poema criado por um grupo que trabalhou com o impacto socioambiental da hidrelétrica Pedra do Cavalo:

As margens do Rio Paraguaçu a gente ainda Vive, Re (vive) e Sobre(vive), feliz. E sempre digo assim: Ôh Paraguaçu, tão belo és tu! Traz comida para nossa mesa, como não cuidar de tu? Um certo dia, um moço estranho disse para a gente que o melhor tava por vir. Falou que uma tal de usina hidrelétrica, eles queriam trazer, e nós ficou sem entender. Ficamos na dúvida, a gente não sabe do que se tratava, a gente tem pouco estudo. Mas, se o moço disse que era coisa boa, é porque era! E não é que foi bom? Nós aprendemos curso de pedreiro, reativaram a nossa cooperativa, arrumou as nossas casas. Estava tudo lindo e maravilhoso! Aaaaaah... como durou pouco! Hoje a coisa está feia. Nós não temos fartura, os peixes tão morrendo, o rio já não é o mesmo, tão maltratando o nosso rio, a nossa mata já não é a mesma.... Os homens da cidade tão nem aí para nós! E agora, quem vai cuidar de nós? Roubaram nossa esperança, mesmo na dificuldade seguimos feliz e agradecendo a Deus pelo pouco que a gente tem! Ô Rio Paraguaçu, um dia tu voltas a ser só nosso. E prometo continuar cuidando muito bem de tu! Quem tem fé, tem tudo! Tu és belo Rio Paraguaçu!

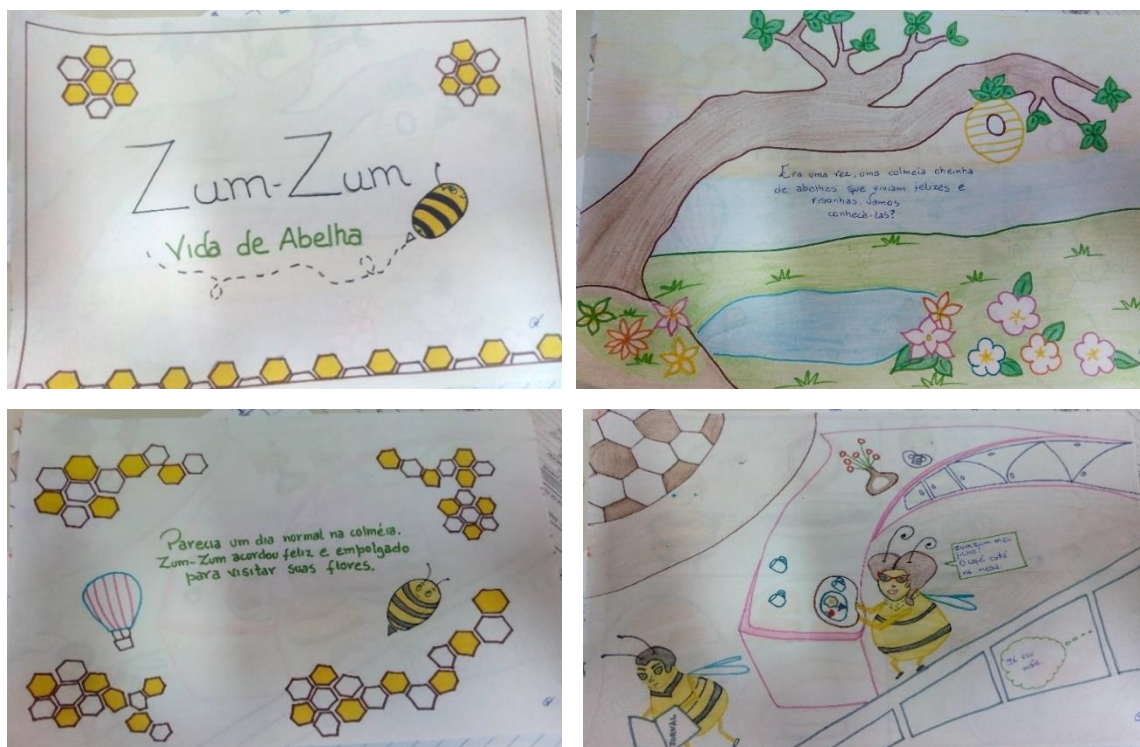
Figura 20. Caso em forma de tirinhas sobre a indução da maturação de banana pelo carbureto e impactos na saúde, produzido no semestre 2019.1

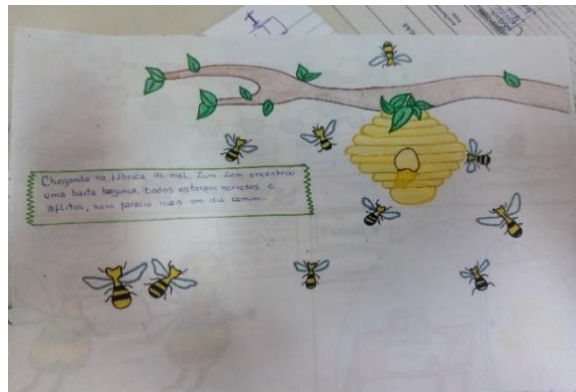
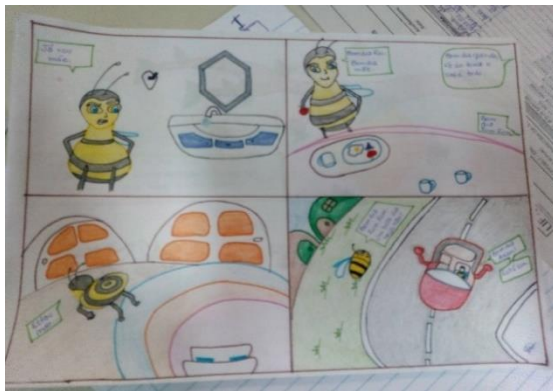


Fonte: Arquivos da pesquisadora.

A figura acima mostra uma história em quadrinhos elaborada por um grupo que trabalhou com uma QSC sobre o uso do carbureto para a maturação de bananas.

Figura 21. Caso em forma de história em quadrinhos sobre o declínio de polinizadores, no semestre 2019.1





Fonte: Arquivos da pesquisadora.

O caso acima conta a história de uma abelha que tem o seu mel roubado. A mesma sai à procura do mel produzido por sua colmeia, fruto de um dia inteiro de trabalho. O novo “dono” da colmeia resolve aplicar agrotóxicos no campo, para desespero das abelhas. Felizmente, esta colmeia encontra a dona de uma barraca de flores, a qual forneceu-lhes abrigo. As abelhas se perguntam o que poderão fazer para impedir ações que levem ao extermínio da sua espécie, tendo em vista a sua importância ecológica.

Nesse sentido, continuamos pesquisando as dificuldades e potencialidades do uso de QSC na perspectiva CTSA para a formação crítica dos pedagogos.

3.7 PRÁTICAS DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS EM CIÊNCIAS NATURAIS: ESTRATÉGIAS PROMOTORAS DE HABILIDADES CRÍTICO-REFLEXIVAS

Ao discutirmos a necessidade de formação crítica dos/as professores/as de Ciências, buscamos, neste trabalho, reunir propostas didático-pedagógicas formativas, capazes de auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem de maneira ampla e reflexiva. No quadro 21, abaixo, selecionamos ações e reflexões realizadas no decorrer do processo formativo, tanto pelos/as alunos/as, quanto pela professora pesquisadora, no intuito de analisar quais ações/reflexões contribuíram para a construção de habilidades crítico-reflexivas e como elas contribuíram. Para identificar essas habilidades crítico-reflexivas, utilizamos os argumentos de Tenreiro-Vieira e Vieira (2016), Torres e Solbes (2018), Torres Merchán (2014) e Freire (1996), os quais se referem a reflexões e atitudes desenvolvidas pelos/as estudantes, ao longo do processo formativo, capazes de proporcionar mudança de opiniões, desenvolvimento de valores, crenças e práticas que promovam um ensino pautado em uma formação humanística, científica e questionadora, por meio do desvelamento das contradições existenciais, das desigualdades vivenciadas pelas classes menos favorecidas, bem como das contradições que envolvem a ciência e a tecnologia e seus desdobramentos na sociedade e no ambiente. Buscamos, nesse sentido, o desenvolvimento de posturas reflexivas com relação à atividade científica, visando a formação de indivíduos capazes de emitir juízos de valor eticamente orientados pela busca do bem-estar social, e por cientistas cada vez mais engajados/as na resolução de gargalos sociais. Somente através da dúvida, do desvelamento da realidade, do questionamento, da reflexão e da ação sobre a prática podemos alcançar um ensino de Ciências comprometido socialmente e transformador em direção à maior justiça socioambiental.

Quadro 27. Ações didático-pedagógicas e possíveis contribuições para o alcance de habilidades crítico-reflexivas.

Encontro	Ações didático-pedagógicas	Atividades da professora	Atividades dos/as alunos/as	Habilidades de PC
1	Argumentação sobre relações CTSA, pedagogia freireana e ensino de Ciências; Orientações sobre a busca das QSCs na comunidade.	Observar e auxiliar.	Refletir sobre relações CTS e a pedagogia freireana no ensino de Ciências.	Refletir sobre as suas práticas e interrelações entre Freire/QSC/CTSA.
2	Discussão do questionário e confecção de aula surpresa. Reflexão sobre a experiência.	Expor, discutir, problematizar os conceitos e concepções prévias dos/as alunos/as.	Discutir questionário. Construção de planos de aula sobre qualquer tema que “saibam bem”. Refacção da aula, buscando superar as limitações pontuadas em sala, a partir de questões do contexto local.	Reavaliar concepções prévias sobre o assunto discutido. Refletir sobre a necessidade de didatização dos conteúdos mesmo conhecendo “bem” o assunto. Refletir sobre a visita de campo.
3	Discussão de aspectos relacionados a Natureza da ciência. Leitura e discussão de casos controversos. Leitura de texto sobre natureza da ciência. Leitura e discussão de reportagem sobre intuição nativa. Discussão de vídeo sobre Agrofloresta. Refacção do planejamento anterior.	Acessar conhecimento prévios. Expor, discutir, problematizar os conceitos relacionados à produção do conhecimento científico, encorajando-os/as, a partir destas reflexões, a compreender a natureza política do trabalho científico.	Leitura de casos controversos envolvendo relações CTSA. Leitura de texto sobre natureza da ciência. Resolução dos casos controversos. Leitura e discussão de reportagem sobre intuição nativa. Discussão de vídeo sobre agrofloresta. Refacção do planejamento anterior.	Avaliar imparcialmente os diferentes pontos de vista que envolviam a resolução dos casos. Analisar argumentos; soluções de problemas; posicionamento frente a situações de conflito cultural e científico, visão ampla sobre a ciência, seu modo de funcionamento, impactos na sociedade e no ambiente; visão de ciência para além do método experimental, questionamento sobre o papel do cientista, a ideia de trabalho isolado e estereótipo elitista.
4	Leitura de texto sobre a abordagem CTSA e sua importância no ensino de Ciências. Estudo dirigido. Discussão de curta metragem: “o menino que domou vento”. Refacção do planejamento anterior, incorporando o que foi aprendido.	Acessar conhecimento prévios. Expor, discutir, problematizar os conceitos fundantes sobre o tema Contextualizar as relações CTSA a partir da realidade existencial, questionando o papel de ciência e tecnologia para a atuação engajada com problemas sociais locais e de relevância socioambiental.	Leitura de texto sobre a abordagem CTSA e sua importância no ensino de Ciências. Estudo dirigido sobre diferentes tipos de abordagem CTSA, bem como aspectos epistemológicos e teóricos dessa perspectiva. Discussão de curta metragem: “o menino que domou vento”. Refacção do planejamento anterior, incorporando o que foi aprendido.	Considerar a possibilidade de ser um cientista, diante da vocação ontológica dos homens e mulheres em <i>ser mais</i> , resultado da superação de situações-limite. Ver a ciência no cotidiano. Reconhecer diferentes formas de explicar e interpretar o mundo. Analisar contradições e desigualdades vivenciadas, observando o acesso desigual à tecnologia, bem como a ciência e os efeitos destas na sociedade marginalizada. Entender a relação da ciência com a tecnologia e desdobramentos positivos e negativos na sociedade; ciência engajada com problemas sociais.

5	<p>Leitura e discussão de texto sobre QSC no ensino de Ciências.</p> <p>Refacção do planeamento, com base nos princípios teóricos e metodológicos de QSC.</p>	<p>Acessar conhecimento prévios.</p> <p>Expor, discutir, dialogar e problematizar os conceitos fundantes sobre o tema.</p> <p>Mediar a construção de uma QSC, incentivando a incorporação, a partir da mesma, de reflexões sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.</p>	<p>Construir subsídios teóricos e metodológicos para confecção da QSC. Avaliar aplicabilidade de QSC no ensino de Ciências.</p> <p>Compreender os pressupostos teóricos de QSC, bem como importância e limites no ensino.</p>	<p>Desenvolver visão de ciência não neutra, falível, passível de erros, influenciada por valores particulares e relações de poder, histórica, relação com a tecnologia e possíveis desdobramentos positivos e negativos na sociedade. Estar informado sobre o tema, detectar falácias, pesquisar sobre o assunto a partir de fontes credíveis, compreender as diferentes relações do tema com aspectos sociais, políticos, ambientais, econômicos, éticos e etc.</p> <p>Realizar juízos éticos a partir da QSC, entendendo a contribuição dos mesmos para o cumprimento das necessidades humanas e para solução de problemas do mundo.</p>
6	<p>Leitura e discussão de texto sobre a pedagogia freireana e possíveis contribuições no ensino de Ciências Naturais.</p> <p>Avaliação de quadro comparativo sobre divergências e convergências entre Freire e QSC.</p> <p>Refacção do planeamento anterior sob pressupostos freireanos.</p>	<p>Acessar conhecimento prévio.</p> <p>Expor, discutir, dialogar e problematizar os conceitos fundantes sobre a pedagogia freireana, bem como a aplicabilidade de seus principais conceitos no ensino de Ciências.</p>	<p>Analisar o entendimento dos pressupostos da Pedagogia Freireana, no que diz respeito a contextualização do ensino em sala de aula e a importância da formação cidadã. Apropriar-se dos pressupostos epistemológicos, teóricos e metodológicos dessa pedagogia, aplicando-as no contexto de aulas de Ciências, bem como buscar analisar as contribuições dessa abordagem na construção de aulas críticas e reflexivas.</p>	<p>Entender a realidade como histórica, condicionada, não determinada, considerando a vocação ontológica dos homens e mulheres em <i>ser mais</i>, resultado do processo de humanização.</p> <p>Entender que a ciência está no cotidiano e não apenas no laboratório.</p> <p>Reconhecer diferentes formas de explicar e interpretar o mundo.</p> <p>Analisar contradições e desigualdades vivenciadas, observando o acesso desigual à tecnologia, bem como à ciência e os efeitos destas na sociedade marginalizada.</p> <p>Entender a relação da ciência com a tecnologia e possíveis desdobramentos positivos e negativos na sociedade; ciência engajada com problemas sociais.</p>
7	<p>Leitura e discussão de texto sobre sequências didáticas e sequências de conteúdo. Refacção do planeamento a partir de limitações observadas no plano anterior.</p>	<p>Expor, discutir, dialogar e problematizar os conceitos fundantes sobre o tema, orientar e encorajar a apropriação destes pressupostos.</p>	<p>Apropriar-se do referencial por meio da confecção de planos de aula com base em sequências didáticas que abarquem as dimensões CPA dos conteúdos.</p>	<p>Conhecer as dimensões CPA dos conteúdos, o que possibilita entender a complexidade do tema, favorecendo a realização de juízos éticos a partir de QSC. Valorizar o conhecimento conceitual e axiológico sobre o problema.</p> <p>Refletir sobre a experiência.</p>

8	Leitura, discussão e socialização de textos e reportagens sobre o currículo de Ciências Naturais, a Base Nacional Comum Curricular, seus avanços e limitações. Refacção do planejamento.	Observar como os estudantes utilizam as diretrizes e o livro didático no processo de construção do planejamento, se como guia ou apoio e se esse processo contribui para a autonomia dos estudantes frente a essas diretrizes e do livro didático; apresentar o currículo como campo de disputa e poder; utilizar problemas do cotidiano para ensinar Ciências.	Compreender o currículo como campo de relações de poder e interesses ideologicamente orientado; articulação realidade x currículo; possibilidades e limitações do uso do livro didático.	Visualizar a ciência como não neutra, falível, passível de erros, influenciada por valores particulares e relações de poder. Questionar validade de argumentos, ter postura questionadora; articular o currículo com problemas sociocientíficos locais, problematizando e analisando contradições e desigualdades vivenciadas.
9 a 12	Oficinas para construção dos objetivos de aprendizagem, caso, questões norteadoras e script descritivo.	Avaliar as contribuições, apropriação e dificuldades dos grupos na construção de QSC e script descritivo; auxiliar no desenvolvimento de habilidades pedagógicas e na aquisição de conhecimento científicos, encorajá-los/as na busca de informações	Construção de aulas a partir de referenciais teórico-metodológicos adotados, tendo em vista a formação crítica e reflexiva.	Reflexão sobre a experiência formativa. Analisar limitações e contribuições dos referenciais adotados. Aproximar-se de maneira profunda do objeto de estudo.
13 a 16	Apresentar as oficinas de ensino e aprendizagem, apropriar-se dos conceitos, tomar decisões frente aos problemas sociocientíficos estudados. Utilizar estratégias de ensino que possibilitem a didatização crítica dos conteúdos.	Analisar a apropriação pelos grupos dos referenciais teóricos e metodológicos adotados.	Apresentar as oficinas de ensino e aprendizagem, manifestando apropriação dos conceitos e tomada de decisões frente aos problemas sociocientíficos estudados.	Refletir sobre a experiência formativa. Analisar limitações e contribuições dos referenciais adotados.

Fonte: elaborado pela autora.

Considerando o quadro acima, na tentativa de discutir os resultados aqui encontrados, em busca de reflexões teóricas e metodológicas que ajudem na construção de práticas reflexivas, analisamos, nesta seção, as ações realizadas em cada aula e as suas possíveis contribuições para a construção do pensamento crítico. Buscamos avaliar também possíveis fragilidades na estruturação e no desenvolvimento das ações didático-pedagógicas. Segundo Vieira *et al.* (2014), o desenvolvimento de pensamento crítico depende de ações pensadas para o desenvolvimento de habilidades que permitam o olhar desvelador, questionador e implicado com a realidade. Para isso, faz-se necessário que o/a professor(a) esteja preparado/a, com a apropriação de uma visão ampla e integradora sobre os problemas locais trabalhados em sala de aula, para que ele/a possa orientar os/as alunos/as no processo formativo crítico, o que dependerá também de recursos didáticos e informáticos capazes de promover o alcance do pensamento reflexivo. Nesse panorama, Vieira e Tenreiro-Vieira (2015, p. 29) alertam que muitos trabalhos que pretendem desenvolver PC “envolvem atividades de memorização, transmissão de conteúdos e pouca variedade de atividades cognitivas dos/as alunos/as”. Os/as professores/as, em geral, apresentam dificuldades em adotar diferentes estratégias em sala de aula, baseadas em pressupostos teóricos CTSA.

Nesse panorama, o encontro 1, destinado a acessar conhecimentos prévios dos/as estudantes sobre aspectos envolvendo CTSA/QSC/FREIRE, pode contribuir com reflexões sobre as suas práticas e interações sobre esses assuntos, servindo, além disso, como parâmetro para análises futuras e comparativos ao final da SD. Nesse momento, o/a estudante inicia um processo de reflexão sobre relações que poderiam, até então, não ser vistas como possíveis. Além disso, conforme Vieira e Tenreiro-Vieira (2015) nos orientam, é necessário que o/a professor (a) conheça, se aproxime das capacidades cognitivas dos/as estudantes, para que, a partir disso, ele/a possa elaborar atividades e objetivos com base na sua realidade. Conforme salienta Freire (1996), devemos partir da realidade, das principais inquietações vivenciadas pelas pessoas, dos seus conhecimentos e saberes, para que o conteúdo a ser ancorado nessa rede cognitiva faça sentido. Assim, é no contato com o que os/as alunos/as já conhecem e pensam que podemos direcionar práticas pedagógicas significativas. Nesse encontro, ainda, direcionamos os/as alunos/as para a busca de QSCs na comunidade. Para Tamayo, López e Zuluaga (2014), o PC procura não só reconhecer além de estudar uma problemática e entender as suas dificuldades, pensar em possíveis soluções para o problema, potencializando o desenvolvimento de capacidades cognitivas. Neste sentido, o PC possui três dimensões: a argumentação, a resolução de problemas e a metacognição. Assim, o contato com a comunidade, legitimando, a partir do olhar atento e das falas significativas, os problemas ali encontrados, funciona

como uma ferramenta que reconhece os problemas em suas diferentes dimensões axiológicas e epistemológicas, favorecendo a sua resolução e a aprendizagem de conteúdos.

No encontro 2, fizemos a discussão do questionário e a confecção de aula-surpresa, buscando levantar reflexões sobre a experiência vivenciada, bem como os conceitos prévios apresentados pelos/as estudantes. Propomos aos/às estudantes a elaboração de uma aula surpresa sobre qualquer assunto, da área biológica ou não, que eles consideravam conhecer bem. Após discutirmos sobre os pontos positivos e negativos das aulas apresentadas, orientamos que os estudantes reconstruíssem as aulas, agora buscando superar as limitações, articulando-as a temas relevantes do seu contexto sociocultural.

Nesse encontro, problematizamos se basta ter um considerável conhecimento de um assunto para se dar uma boa aula, se a aula foi interessante, se transformou um assunto interessante em algo desinteressante. Em seguida, convidamos os/as estudantes para uma reflexão sobre uma tirinha de Calvin, sobre gelo transformado em H₂O, a qual nos leva a refletir sobre como assuntos interessantes podem se tornar desinteressantes na sala de aula, devido ao modo como é apresentado. Para os/as alunos/as, essa atividade foi interessante, pois permitiu a prática. Para eles/as, o processo de pensar, repensar, refazer, é crucial para seu crescimento profissional, salientando a necessidade de partir da realidade existencial no ensino de Ciências. Além disso, para nós, essa atividade possibilitou reavaliar concepções prévias sobre o assunto discutido, refletir sobre a necessidade de didatização dos conteúdos, mesmo quando conhecemos “bem” o assunto, e propiciar um maior engajamento dos alunos. Nesse sentido, não recorremos a técnicas de memorização ou transmissão de conteúdos, o que dificulta o alcance de PC, conforme Vieira (2018). Pelo contrário, buscamos, a partir de uma aula dialogada, fazer com os/as estudantes percebessem a necessidade de contextualizar e transpor didaticamente as dimensões dos para que os mesmos façam sentido. Nesse panorama, Vieira (2018) ressalta que o uso de estratégias que envolvem discussões em sala de aula, trabalhos em grupos, dentre outras modalidades, favorecem o alcance de PC dos sujeitos envolvidos. Para Vieira (2018), é possível afirmar que o tipo de orientação das estratégias de ensino e de aprendizagem é determinante para o desenvolvimento do pensamento crítico. Não basta só conhecer e usar pragmaticamente qualquer estratégia, sem que esta tenha essa orientação explícita e intencional na promoção do PC.

No encontro 3, construímos discussões sobre aspectos relacionados à Natureza da Ciência, sendo que, para isso, utilizamos estratégias como leitura, discussão e resolução de casos controversos que envolvem aspectos relativos à Natureza da Ciência (NC), textos de divulgação científica; leitura e discussão de texto sobre natureza da ciência e discussão de vídeo. Em seguida, propusemos a

refacção do planejamento anterior, buscando incorporar aspectos aprendidos nessa aula. As habilidades de PC que acreditamos ter alcançado são referentes a: avaliação imparcial dos diferentes pontos de vista que envolviam a resolução dos casos; análise de argumentos; soluções de problemas; posicionamento frente a situações de conflito cultural e científico, importância dos conhecimentos tradicionais no enfrentamento dos problemas socioambientais e legitimação desses conhecimentos; visão ampla sobre a ciência, seu modo de funcionamento, impactos na sociedade e no ambiente; visão de ciência para além do método experimental, questionamento sobre o papel do cientista e seu estereótipo elitista. Todas as atividades foram realizadas em grupo, já que esta forma de organização da classe favorece o alcance de PC. Paiva (2019), ao utilizar a abordagem de QSC no ensino de Ciências, selecionou atividades didático-pedagógicas que envolviam trabalho cooperativo, aulas expositivas-dialogadas, uso de textos de divulgação científica, buscando mobilizar dimensões conceituais e valores éticos e morais, os quais favoreceram a participação dos/as alunos/as e reflexão, a partir de problemas reais, e como resultado constatou-se interessantes níveis de alcance de PC.

Assim, o que analisamos e levamos em consideração, quando pensamos em promover reflexões críticas, envolveu desde a seleção de materiais a serem levados e discutidos em sala, as questões que irão nortear as reflexões dos grupos sobre o assunto, diferentes estratégias para abordar o tema, valendo-se de vídeos, charges, reportagens e textos de divulgação científica que tragam visões controversas e análises positivas e negativas sobre o assunto, bem como a apropriação pelo/a professor (a) dos conteúdos que pretende discutir. Assim, estimulamos a dúvida, a disposição para o diálogo, a autonomia dos/as alunos/as, o estudo e a seleção de diferentes fontes de informação, que são imprescindíveis para a formação de PC, uma vez que dificilmente conseguiremos promover PC se o nosso pensamento se mantiver apenas na proposição de ideias, ou na arbitrariedade do senso comum, sem um aprofundamento. Pelo contrário, precisamos estimular na sala de aula a construção de argumentos próprios com base nos conhecimentos científicos e locais, desconstruindo caminhos que levem sempre ao mesmo desfecho, sem mudar o trajeto, sem desafiar o *status quo*.

No encontro 4, realizamos a leitura de texto sobre a abordagem CTSA e sua importância no ensino de Ciências. Ocorreu a elaboração de estudo dirigido sobre diferentes tipos de abordagem CTSA, bem como aspectos epistemológicos e teóricos dessa perspectiva, bem como discussão do curta metragem “O menino que domou vento”, para refletir sobre a necessidade de reconhecer outros espaços como produtores de conhecimento. Isso envolve priorizar as perspectivas pedagógicas que valorizam o protagonismo dos/as estudantes, engajando-os/as em processos investigativos abertos sobre os problemas socioambientais do seu entorno e valorizando a sua tomada de posição informada

e a busca responsável de soluções para esses problemas. Também foi realizada a refacção do planejamento anterior, incorporando o que foi aprendido nessa aula. Nesse panorama, valorizamos nessa aula o treinamento de habilidades de argumentação e resolução de problemas, que são, conforme Vieira (2018), habilidades essenciais para a formação de PC. Diante das discussões desses aspectos, acreditamos que os/as estudantes alcançaram em alguma medida o PC, uma vez que consideraram a possibilidade de ser cientistas, diante da vocação ontológica dos homens e mulheres em *ser mais*, resultado da superação de situações-limite; vislumbraram a ciência no cotidiano; reconheceram diferentes formas de explicar e interpretar o mundo; analisaram contradições e desigualdades vivenciadas, percebendo o acesso desigual à tecnologia, bem como à ciência, e os efeitos delas na sociedade.

No encontro 5, fizemos a leitura e a discussão de texto sobre QSC no ensino de Ciências, com base nos princípios teóricos e metodológicos de QSC. Ocorreu, ainda, a refacção do planejamento, com base nos princípios teóricos e metodológicos de QSC, bem como nos princípios de estruturação da mesma. Acreditamos que, através de atividades de leitura, reflexão e prática, os/as alunos/as puderam alcançar uma visão de ciência não neutra, falível, passível de erros, influenciada por valores particulares e relações de poder, histórica, bem como se sua relação com a tecnologia, analisando possíveis desdobramentos positivos e negativos na sociedade. Estar informado sobre o tema, detectar falácias, pesquisar sobre o assunto a partir de fontes credíveis, compreender as diferentes relações do tema com aspectos sociais, políticos, ambientais, econômicos, éticos etc., realizar juízos éticos a partir da QSC, entendendo a contribuição dos mesmos para o cumprimento das necessidades humanas e para solução de problemas do mundo, são manifestações de PC observadas entre os/as estudantes. Para Torres e Solbes (2018), uma das dificuldades que impedem o alcance de PC é assumir a ciência como conhecimento de elite, longe das pessoas comuns e descontextualizado. Outra dificuldade é não estar ciente dos problemas que a humanidade está enfrentando, ou o papel da ciência e da tecnologia nos tempos atuais. Segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2004, p. 92), a orientação CTS “deve constituir o eixo integrador e globalizante do desenvolvimento de competências, quer de conhecimentos científicos e tecnológicos, quer de capacidades de pensamento e, ainda, de atitudes/valores”. A abordagem de QSC/CTSA/FREIRE permite a construção de PC, uma vez que exige dos/as estudantes a construção de visões integrais sobre o tema e requer pesquisa, busca de informações e protagonismo. O processo de reavaliação dos planejamentos, ao final das aulas, permite a autorreflexão dos estudantes com relação à organização

das mesmas, treinando a habilidade de planejar a sua prática, contextualizando-a na perspectiva teórica de interesse.

No encontro 6, realizamos a leitura e a discussão de texto sobre a pedagogia freireana e possíveis contribuições no ensino de Ciências Naturais. Em seguida, os/as estudantes fizeram uma avaliação de quadro comparativo sobre divergências e convergências entre Freire e QSC e também propuseram novos aspectos comparativos para acrescentar ao quadro. Logo após, os/as estudantes fizeram a refacção do planejamento anterior sob pressupostos freireanos. Os nossos objetivos com essa aula eram de permitir aos/às estudantes a compreensão de que a realidade é histórica, condicionada, não determinada, considerando a vocação ontológica dos homens e das mulheres em *ser mais*, resultado do processo de humanização; entender que a ciência está no cotidiano e não apenas no laboratório; reconhecer diferentes formas de explicar e interpretar o mundo; analisar contradições e desigualdades vivenciadas, observando o acesso desigual à tecnologia, bem como à ciência, e os efeitos delas na sociedade marginalizada; entender a relação da ciência com a tecnologia e possíveis desdobramentos positivos e negativos na sociedade; valorizar a ciência engajada com problemas sociais.

No encontro 7, os/as estudantes socializaram a leitura e discussão de texto sobre sequências didáticas e sequências de conteúdo e realizaram a refacção do planejamento a partir de limitações observadas no plano anterior. Essa aula esteve focada em discutir as dimensões CPA dos conteúdos, o que possibilitou entender a complexidade que envolve o ensino de Ciências nessa perspectiva, reconhecendo a importância da realização de juízos éticos a partir de QSC; valorizar as dimensões CPA dos conteúdos envolvidos na discussão sobre o problema e refletir sobre a experiência. Acreditamos que a construção de uma visão mais ampla, integral e interdisciplinar sobre os temas trabalhados possibilita a aprendizagem de dimensões conceituais imprescindíveis à prática escolar e a desconstrução de alguns mitos relacionados à ciência e à tecnologia, o que é essencial para o alcance de PC (FREIRE, 1996; SOLBES; TORRES, 2018; TORRES-MERCHAN, 2014; CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Nesse sentido, buscamos superar alguns dos problemas da educação tradicional e tecnicista, que, segundo Conrado e Nunes-Neto (2018, p. 93),

[...] na educação tradicional-tecnicista, não há reconhecimento da complexidade e da multidimensionalidade dos conteúdos e dos objetivos educativos, pois as estratégias e os métodos de ensino não permitem questionar os próprios conhecimentos científico e tecnológico, sua inserção e necessidade na sociedade, assim como interesses e ideologias envolvidos.

Como exemplo, existe a necessidade de refletir e discutir mais sobre questões éticas relacionadas aos processos de produção, uso e descarte de agrotóxicos, sobretudo no caso do Brasil,

o maior consumidor mundial dessas substâncias (ANDRADE *et al.*, 2016). Também existe a necessidade de se discutir aspectos éticos dos processos que levam ao declínio de polinizadores, ao desmatamento, à proliferação de arboviroses, dentre tantos outros problemas socioambientais que invocam inevitavelmente, aspectos éticos, científicos e morais, que demandam, portanto, da escola, abordagens de ensino e aprendizagem que priorizem o olhar ampliado e a formação moral e ética (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

No encontro 8, os/as estudantes realizaram leitura, discussão e socialização de textos e reportagens sobre o currículo de Ciências Naturais, sobre a Base Nacional Comum Curricular, seus avanços e limitações. Em seguida, buscaram incorporar no plano aspectos aprendidos nessa aula. Após a exposição dialogada sobre as DCNs e PCNs, os/as estudantes buscaram, a partir dos temas específicos escolhidos para o planejamento, incorporar sugestões apresentadas nos documentos.

Em seguida, os/as estudantes fizeram análise do livro didático utilizado na escola em que iriam aplicar a sequência didática, buscando incorporar, se achassem pertinente, sugestões do livro no planejamento. O livro também foi analisado no sentido de observar se o mesmo traz problematização, contextualização, pressupostos CTS e ideais freireanos.

Acreditamos que essa dinâmica de leituras e discussões de textos e outros materiais didáticos possibilitou que os/as estudantes visualizassem a ciência como não neutra, falível, passível de erros, influenciada por valores particulares e relações de poder; questionassem a validade de argumentos; tivessem postura questionadora; articulassem o currículo com problemas sociocientíficos locais, problematizando e analisando contradições e desigualdades vivenciadas; compreendessem o currículo como campo de relações de poder e interesses ideologicamente orientados, bem como entendessem que o livro didático pode ser utilizado também como apoio nos processos de planejamento das aulas.

Ao discutirmos os pressupostos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), salientamos que o discurso sobre o direito de aprender é válido, mas que os objetivos de aprendizagem não podem ser colocados de forma engessada, tornando autoritário e padronizado o ensino, sem considerar as particularidades locais e regionais que influenciam o contexto educativo. Orientamos a aula no sentido de conduzir os/as estudantes à reflexão sobre o que está por trás desse nível de detalhamento, discutindo que o documento não mostra uma base teórica que oriente essa organização, questionando a “neutralidade” que, para os construtores dessa base, deveria existir no ensino de Ciências (ALMEIDA, 2016). Por meio da discussão de passagens da BNCC, mostramos como esses objetivos são apresentados, como os propósitos de explicar e identificar, na busca pelo alcance de avanços

conceituais, o que consideramos de extrema importância. No entanto, objetivos como refletir, se posicionar, agir, problematizar, exemplificar, não são incorporados no referido documento, segundo análise realizada por (ALMEIDA, 2016). A suposta neutralidade do professor defendida pela base também é criticada, à medida que, “entra em conflito direto com a pesquisa em ensino de Ciências desenvolvida, pelo menos, nas últimas 5 décadas. Ela impactaria negativamente o desenvolvimento curricular e as propostas de inovação para o ensino de Ciências de quaisquer conteúdos” (BAGDONAS; AZEVEDO, 2017, p. 265).

Segundo Silva e Loureiro (2019, p. 01), ao analisar o esvaziamento da Educação Ambiental na BNCC, observaram a predominância de temas como, “endossada pela Agenda 2030, que atendem a uma perspectiva educacional aderente a estratégias nacionais de desenvolvimento capitalista e de responsabilização individual pelos problemas ambientais”.

Discutimos, ainda, as implicações do projeto de lei Escola Sem Partido. No contexto brasileiro, tramitavam seis projetos de lei sobre o tema na Câmara dos Deputados¹⁵, (PLs- Projetos de Leis- 867\2015, 7180\2014, 7181\2014, 1411\2015, 1859\2015 e 2731\2015). Esses projetos tramitam com a pauta principal de combater a doutrinação partidária, mas o que eles fazem é defender uma escola doutrinária, pela inibição da discussão de temas controversos que são extremamente importantes para a formação dos/as estudantes e dos/as professores/as, tratando o conhecimento como algo estanque e livre de qualquer questionamento. Esses projetos comprometem a liberdade de expressão dos/as professores/as, ao exigir uma neutralidade ideológica, reduzindo o papel da educação à transmissão de conceitos. Nesse contexto, faz-se necessário refletir sobre o papel do/a professor (a), considerando a função transformadora que a educação pode exercer na sociedade (ZAN; MAZZA, 2018).

Discutimos, ainda, as diferenças entre os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), no que diz respeito à base teórica que esses documentos defendem, de um lado o ecletismo e do outro a “neutralidade”. Após esses momentos de discussão e prática, realizamos oficinas de ensino e de aprendizagem para a conclusão dos planos de aula e orientações aos grupos. Consideramos esses momentos como cruciais no processo de evolução do PC dos grupos, uma vez que os/as estudantes puderam discutir e planejar as suas ações e a professora-pesquisadora pôde orientar os/as mesmos/as sobre os objetivos de pesquisa e aprendizagem

¹⁵ Esse movimento defende uma escola sem educação, vazia, sem a sua função de formar o pensamento crítico dos/as estudantes, apenas para a instrução, criticando professores/as que desejam formar alunos/as conscientes do seu papel da sociedade e capazes de mudar a realidade em que vivem, como se uma leitura crítica e informada da realidade fosse um produto indesejável da educação (Escola Sem “Partido”: Uma Proposta Inconstitucional e Doutrinária, 2015).

previamente estabelecidos. Esses momentos foram de extrema relevância inclusive na formação da professora-pesquisadora, pois exigiam que ela alcançasse uma visão ampla sobre cada tema trabalhado pelos/as estudantes em sala de aula, para que pudesse, de fato, contribuir com a formação dos/as alunos/as e o avanço na construção de PC. Além disso, esse momento aguçou nos/as estudantes as habilidades de pesquisa, pois eles/as precisaram ir em busca de informações que os ajudassem a entender o seu tema de maneira ampla, incorporando, nos scripts, aspectos políticos, sociais, econômicos, ambientais, científicos, ideológicos etc.

Por último, nos encontros 9 a 16, os estudantes apresentaram as oficinas em sala, a partir das aulas planejadas, a fim de socializar os conhecimentos adquiridos. Estes momentos foram formativos tanto para mim, como pesquisadora e docente, quanto para os estudantes. Tivemos a percepção do quanto abordar estes temas em sala é difícil e necessário. Enquanto pesquisadores, vimos a necessidade de buscar aliar o desenvolvimento de pensamento crítico dos licenciandos quanto habilidades pedagógicas. É importante salientar a dificuldade de abordar no script uma linguagem mais apropriada para as séries finais do fundamental; no entanto, considerando aquele momento formativo, precisávamos fazer com o que os alunos se profundassem na compreensão do tema; assim, estaríamos contribuindo tanto com um pensamento mais elaborado, quanto para outras habilidades formativas para além do ensino fundamental.

Nesse período, constatamos muitas falas significativas, discursos que remetiam a um processo de libertação e preparo para atuar no ensino de Ciências. Também foi possível observar as falas dos estudantes de todos os grupos quanto ao encantamento pelos seus temas e pela redescoberta deles mesmos, já que, a leitura que tinham antes da disciplina era considerada por eles como insuficiente e rasa, não atendendo a como estes problemas se dão, de fato, na realidade. O encantamento os estudantes se reflete nos convites para orientação de Trabalhos de Conclusão de Curso na área de ensino de Ciências na perspectiva CTSA.

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese teve como objetivo geral analisar as contribuições da convergência entre a abordagem de Questões Sociocientíficas sob o enfoque CTSA e a pedagogia freireana para formação de professores de Ciências para os anos iniciais. Para isso, delineamos os seguintes objetivos específicos: estabelecer relações teórico-metodológicas entre a abordagem de Questões Sociocientíficas e a perspectiva de Paulo Freire; avaliar elementos das relações CTSA mobilizados pelos/as licenciandos/as; analisar pressupostos da abordagem pedagógica freireana na construção de SDs pelos/as licenciandos/as; analisar o desenvolvimento do pensamento crítico pelos/as licenciandos/as no processo de construção das SDs com o uso das QSCs na Educação CTSA em convergência com a abordagem pedagógica freireana; avaliar a presença de intenções para ações sociopolíticas no processo de construção de SDs pelos/as estudantes; identificar e discutir os limites e possibilidades encontrados pelos/as licenciandos/as na construção das QSCs, a partir da tentativa de convergência dos pressupostos teóricos estudados.

Buscamos estabelecer relações teórico-metodológicas entre as Questões Sociocientíficas na perspectiva CTSA e a pedagogia freireana com o objetivo de analisar as contribuições da complementaridade dessas abordagens para a formação de professores/as em uma perspectiva crítica e reflexiva. Observamos divergências e convergências entre esses campos teórico-metodológicos que podem auxiliar na construção de práticas de ensino que tenham como referência a realidade existencial, bem como os problemas socioambientais atuais. No contexto brasileiro, faz-se necessária a incorporação, nos currículos de Ciências Naturais, de reflexões acerca dos problemas vivenciados no contexto, no intuito de problematizar as relações de poder e desigualdade que permeiam a realidade. Além disso, diante dos problemas socioambientais existentes, devemos preparar os/as estudantes para questionar as influências entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, desconstruindo mitos historicamente enraizados na sociedade, os quais distanciam os homens e as mulheres comuns da atividade científica. Além disso, perceber os movimentos mútuos entre os domínios CTSA relacionados às questões sociocientíficas. A perspectiva freireana pode contribuir com um viés mais humanista para a formação de professores/as, por meio da aproximação com os problemas do contexto local, regional e nacional, contribuindo para a construção de aprendizagens significativas e comprometidas com a realidade, o posicionamento crítico e o engajamento. O uso de QSC contribuiu no sentido de auxiliar na organização metodológica das propostas de ensino, bem como com as reflexões entorno da ciência e da tecnologia, auxiliando na construção de pensamento

reflexivo e didático. Ambas as perspectivas contribuíram para a formação conceitual, didática, crítica e reflexiva dos estudantes.

A pedagogia freireana pode contribuir com o ensino de Ciências, na medida em que reivindica a necessidade de humanização dos homens e das mulheres em seu processo de libertação e práxis, no qual eles/as se compreendem como livres e transformadores da sociedade. Assim, percebemos como essa pedagogia facilitou a formação política dos indivíduos, na tentativa de construir uma sociedade pensante e questionadora das condições de opressão. Estamos certos, portanto, de que um ensino de Ciências, que se pretenda humanizador e crítico, pode partir das contradições existenciais para problematizar os diferentes impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente, bem como para perceber como interesses sociais e disputas de poder influenciam o desenvolvimento científico e tecnológico. O pensamento de Paulo Freire, conforme destacamos acima, contribui para o avanço na construção do pensamento crítico em Ciências, a partir do momento que defende a aproximação da cultura da ciência às culturas das pessoas comuns, encorajando nova postura de pesquisa e a dúvida pelos/as professores/as e alunos/as. Possibilita, assim, o entendimento de que a ciência é construída por pessoas que são comuns, falíveis e, portanto, passíveis de erros e influenciadas por crenças, ideologias e condições socioculturais e históricas. A abordagem freireana incentiva o desenvolvimento de uma postura ética e transformadora dos/as alunos/as sobre a realidade, reconhecendo-se como parte dela.

Nesse panorama, observamos que as Questões Sociocientíficas puderam contribuir com a formação de professores no ensino de Ciências, ao permitirem um debate profundo e engajado sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e a desconstrução de mitos relacionados à imagem neutra e linear de ciência e tecnologia, bem como do estereótipo do/a cientista, o que pode contribuir para a formação do espírito crítico dos/as licenciandos/as, através da abordagem interdisciplinar, engajada e questionadora sobre as questões sociocientíficas locais.

Apresentamos os resultados do processo de construção de SDs com base nos referenciais de QSC/CTSA/FREIRE na formação dos/as licenciandos/as em Pedagogia na disciplina de Ciências Naturais. Assim, a partir dos dados analisados, constatamos que os/as estudantes se apropriaram de maneira satisfatória do modo de estruturar uma QSC no contexto educacional, considerando caso, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem. No entanto, faz-se necessário destacar a dificuldade dos/as licenciandos/as em incorporar essa abordagem de ensino, principalmente na construção de objetivos de aprendizagem nas dimensões CPA dos conteúdos. Apesar dessa

dificuldade, notamos significativas evoluções nessa incorporação ao comparar os scripts iniciais e finais apresentados pelos grupos.

Quanto à apropriação de pressupostos freireanos durante a construção das SDs, aspecto analisado nos scripts e outros materiais produzidos pelos/as alunos/as, observamos significativos avanços no decorrer do semestre. Todos os grupos conseguiram se apropriar de maneira satisfatória dos pressupostos que julgamos relevantes na construção do plano. Consideramos o tempo atribuído para a discussão e a práxis, relativas aos pressupostos teóricos adotados, muito curto, tendo em vista a densidade epistemológica dos mesmos; no entanto, diante das demandas do semestre, atribuímos o tempo máximo possível para essas discussões.

A utilização da abordagem freireana foi apontada pelos/as alunos/as como uma estratégia importante para o ensino de Ciências, tornando o processo mais prazeroso, comprometido com mudanças na realidade e reflexivo, contribuindo, assim, para a sua formação crítica, humanística e problematizadora. Os/as estudantes foram direcionados/as à construção de SDs que incorporassem critérios preestabelecidos em sala de aula. Observamos que, em todos os planos analisados, a maioria dos critérios foram, de alguma maneira, contemplados. No entanto, os/as estudantes apresentaram dificuldades de elaborar e por em prática o discurso característico de uma aula dialogada, de atribuir autonomia aos/às estudantes em sala de aula, de considerar a sua capacidade de buscar conhecimentos, de construir uma aula interdisciplinar. Acreditamos que, ao final da disciplina, muitas dessas dificuldades foram amenizadas ou, até mesmo, em certos casos, superadas. É importante ressaltar que o envolvimento dos alunos, durante o trabalho com as QSCs encontradas na comunidade, deveu-se em parte à legitimidade que estas possuem, uma vez que, o trabalho não partiu de qualquer tema, mas de um *Tema Gerador Sociocientífico*. No entanto, para que uma QSC seja considerada um Tema Gerador (TG), seria preciso que ela passasse pelo processo de Investigação Temática, conforme orienta Freire; isso é possível de ser feito, se forem considerados os processos de legitimação destes na/pela comunidade. Os TG podem apresentar elementos das relações CTSA, e estas relações podem ser discutidas em menor ou maior profundidade, a depender dos objetivos de aprendizagem previstos, assim, em um TG muitos aspectos podem ser explorados como QSC. Por outro lado, pensamos também que é preciso estarmos atentos/as aos conhecimentos científicos ou tecnológicos que surgem durante o processo de redução temática e de levantamento preliminar, para que seja dada a devida atenção às dimensões CTSA dos conteúdos que precisam ser problematizadas no contexto. Assim, se essas relações surgem, são pertinentes ao problema, e são legitimadas pela comunidade, teremos um *Tema Gerador Sociocientífico*, o que tornaria o ensino e a aprendizagem

das dimensões dos conteúdos ali existentes ainda mais relevantes, podendo potencializar o envolvimento dos/as estudantes na compreensão e nas ações em torno da problemática, a partir de um problema que envolve relações CTSA e que é legitimado pela comunidade. Consideramos que a QSC contribui, neste estudo, com os seus critérios de identificação com o processo de investigação preliminar, conforme justificamos com base em Ratcliff e Grace (2003), para observar questões do ponto de vista da ciência e tecnologia, tronando-se um caminho a mais, do ponto de vista metodológico, para identificar elementos do levantamento preliminar.

O alcance de pensamento crítico foi analisado por meio de critérios baseados nas perspectivas de Torres e Solbes (2018), Torres Merchan (2014), Tenreiro-Vieira e Vieira (2004) e Freire (1996). Observamos um grande alcance de habilidades de pensamento crítico pelos/as licenciandos/as, no decorrer da construção da SD, refletido na construção de visão mais ampla, integral e interdisciplinar sobre os temas trabalhados, aprendizagem de conteúdos conceituais imprescindíveis à prática escolar, desconstrução de alguns mitos relacionados à ciência e à tecnologia e busca de contextualização e problematização das relações de opressão vivenciadas. O contato com temas de natureza sociocientífica com desdobramentos CTSA permitiu o aprofundamento do olhar dos/as estudantes sobre o tema, possibilitando a análise de contradições, interesses particulares e relações de poder que subjazem os problemas estudados (HODSON, 2018).

A maioria dos/as estudantes alcançou uma visão crítica sobre os desdobramentos C e T na sociedade e as relações de interesses que envolvem o trabalho do/a cientista, bem como problematizaram e desconstruíram, em parte, a visão elitista do/a cientista, o que pode possibilitar a aproximação destes/as estudantes das produções da ciência, do trabalho científico e das decisões que envolvem C e T. Observamos também, na maioria dos grupos, discursos que reconheciam diferentes formas de explicar e interpretar o mundo, considerando os conhecimentos do senso comum e científicos para o desenvolvimento da curiosidade epistemológica e de práticas que priorizem o bem-estar socioambiental; juízos éticos a partir da QSC, entendendo a contribuição destes conhecimentos para o cumprimento das necessidades humanas e para solução de problemas do mundo e do próximo; discursos informados sobre o tema, não se limitando a ideias dominantes, detectando falácias argumentativas, avaliando credibilidade das fontes, tendo em vista interesses particulares; adoção de postura questionadora em torno dos debates envolvendo C-T-S-A; compreensão da ciência como construção social, não neutra, suas relações entre CTSA; predisposição para tomar decisões fundamentadas em aspectos éticos, morais, políticos, econômicos e científicos, promovendo ações

capazes de levar melhorias à sua realidade existencial; considerações sobre a possibilidade de ser um (a) cientista, entendendo que a ciência está no cotidiano.

É importante ressaltar que, embora a maioria dos grupos e integrantes apresentassem uma visão crítica sobre os temas e relações CTSA, ainda detectamos percepções neutras e redencionistas sobre a ciência, o que nos faz entender que, mesmo diante de discursos críticos, alguns/mas licenciandos/as ainda cultivavam posicionamentos merecedores de maiores discussões e problematizações a fim de superar essas situações-limite.

Avaliamos também elementos das relações CTSA mobilizados pelos/as licenciandos/as, considerando que, quanto mais elementos mobilizados, maior a possibilidade de formação política, uma vez que as mobilizações dessas informações permitem o desvelamento de mitos e superação de visões fragmentadas sobre os problemas sociocientíficos estudados. Assim, todos os grupos apresentaram grandes avanços no que tange à mobilização dessas relações ao se comparar a versão inicial e a versão final do script descritivo e ao se analisar, ao final do semestre, os outros materiais produzidos. Nesse sentido, os grupos conseguiram relacionar o problema central a interesses particulares e a relações de poder, questionando a superioridade da ciência e da tecnologia, ao entender a ciência como uma construção cultural que não exige verdades absolutas, únicas, porque é um processo de construção permanente. É importante salientar que, para muitos/as alunos/as, antes do trabalho com a disciplina, a ciência se reduzia a práticas realizadas no laboratório, apresentando uma visão cientificista, empírico-indutivista e reducionista, a qual não contribuiu para uma aproximação dos/as estudantes com a natureza da ciência, suas atividades e como esta é produzida, conforme discutido por Gil-Pérez *et al.*, (2001).

Avaliamos a presença de intenções para ações sociopolíticas no processo de construção de SDs pelos/as estudantes, bem como de ações diretas e indiretas e de atividades sociopolíticas. A presença destas intenções e ações, considerando os referenciais teóricos estudados, indicam o engajamento dos estudantes com os temas trabalhados, a partir da inquietação com as relações de desigualdade existentes na sociedade e desveladas a partir de seus estudos. O importante é que, a partir dessa mudança de atitudes orientada pela mudança primeiramente de valores, os estudantes se sentiram envolvidos e dispostos a mudanças em suas vidas, como podemos observar nas diversas falas e ações apresentadas.

Por fim, buscamos identificar e discutir os limites e possibilidades encontradas pelos/as licenciandos/as na construção das propostas de ensino baseadas em QSCs, a partir da tentativa de convergência dos pressupostos teóricos estudados. Nesse sentido, identificamos como principais

vantagens, apontadas pelos/as licenciandos/as, a formação de pensamento crítico e questionador, o trabalho a partir de uma perspectiva interdisciplinar, a investigação dos problemas em *locus*, facilitando o envolvimento e o estudo destes problemas, a prática de pesquisa durante o período de construção das SDs, a aprendizagem significativa dos conceitos, a desconstrução de mitos relacionados à natureza da ciência e da tecnologia, os desdobramentos e a produção de C e T na sociedade e ambiente, as relações de poder e interesses, bem como a influência da sociedade e do ambiente na produção de ciência e tecnologia. As limitações encontradas pelos/as estudantes foram relacionadas a dificuldades em entender o que significa uma questão sociocientífica, apresentando resistências na apropriação da abordagem de ensino, por a acharem complexa demais, na medida em que precisam realizar diferentes relações do tema com aspectos sociais, científicos, políticos, ambientais etc. Outras dificuldades apontadas pelos alunos foram: “*sair da aula expositiva*” e atender a demandas do currículo escolar, bem como a falta de segurança em trabalhar nessa perspectiva.

Observamos que os/as licenciandos/as ressignificaram a visão sobre determinados assuntos a partir do trabalho com QSC na perspectiva CTSA e pedagogia freireana, através do contato intenso com os temas estudados, desvelando as múltiplas relações CTSA envolvidas nos mesmos e transitando de uma perspectiva puramente biológica para uma visão mais ampliada e questionadora. Além disso, percebemos, entre os/as licenciandos/as, a adoção de uma postura investigativa, bem como o desencadeamento do posicionamento crítico e político frente aos problemas que enfrentam nas suas comunidades, construindo um perfil de professor (a) apto (a) para o enfrentamento das necessidades da sociedade atual.

É importante salientar que não consideramos as QSCs encontradas como temas geradores (TG), apesar delas apresentarem muitos elementos que possibilitaram discussões na perspectiva freireana. No entanto, para que as QSCs pudessem ser consideradas TGs, precisariam, de algum modo, passar pelo processo de legitimação pela comunidade.

Tendo em vista o referencial teórico utilizado nesta tese, pensamos em utilizar as QSCs em articulação com a pedagogia freireana, na medida em que acreditamos na contribuição desta pedagogia no sentido de focar no ensino humanístico, preocupado com a emancipação política dos sujeitos, sendo, portanto, humanístico no sentido de buscar a construção de sujeitos autônomos e de uma sociedade participativa. A perspectiva freireana contribui também com o ensino que tem como referência principal a realidade, sendo o estudo do meio o primeiro passo para o planejamento dos processos de ensino e aprendizagem. A perspectiva freireana contribui com o trabalho com QSC na perspectiva CTSA, já que preconiza a problematização das condições de desigualdade vivenciadas

pelas pessoas. Estes aspectos são, em sua maioria, característicos da pedagogia freireana e por isso contribuem com o trabalho a partir de QSC, tendo em vista um ensino de Ciências reflexivo e humanístico.

Consideramos que abordagens de ensino que busquem aproximações entre a perspectiva freireana, a educação CTSA e Questões Sociocientíficas são profícuas no ensino fundamental, na tentativa de por em prática estratégias de ensino preocupadas com a formação moral, ética, científica e política dos/as educandos/as. Nesse sentido, é crucial o trabalho reflexivo e crítico nos espaços de formação de professores/as, para que essa consciência seja despertada, tendo em vista a necessidade de discutirmos problemas locais em sua integralidade, tornando significativas as aprendizagens e construindo uma sociedade mais engajada, crítica e justa, diante do atual contexto social, político, científico e ambiental. Faz-se necessário, ainda, trabalhos que investiguem as possibilidades, potencialidades e dificuldades na implementação de práticas de ensino que englobem estas perspectivas teóricas nos anos finais do ensino fundamental, para que possamos, enfim, contribuir com a mudança que é necessária para estes espaços, superando o ensino fragmentado e alheio às condições humanas, ambientais e científicas da sociedade atual. Portanto, enquanto pesquisadora, pretendo experimentar na educação básica a aplicação colaborativa de sequências didáticas cujo objetivo esteja atrelado à formação humanizadora, ética e científica, por meio de práticas dialógicas e participativas.

REFERÊNCIAS

- ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva. **Agrotóxicos: saúde, ambiente e sustentabilidade**. Rio de Janeiro, 2015, p. 628.
- ABRASCO, Associação Brasileira de Saúde Coletiva. **Nota técnica sobre microcefalia e doenças vetoriais relacionadas ao Aedes aegypti: os perigos das abordagens com larvicidas e nebulizações químicas – fumacê**. Rio de Janeiro, 2016, p. 13.
- AZEVEDO, R, O, M. et al. Questões sociocientíficas com enfoque CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de complementaridade. **Revista de Educação em Ciências e Matemática** v.9, n. 18, 2013. p.84-98.
- ACEVEDO, J, A. Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: um análisis social e histórico. **Revista Eureka Enseñanza Divulgación Ciencias**, v. 3, n 2, pp. 198-219, 2006.
- ACEVEDO, J. A. et al., Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino das Ciências Ciência & Educação (Bauru), vol. 11, n. 1, pp. 1-15, 2008.
- ADORNO, T. Sobre la lógica de las ciencias sociales. In: . **La disputa del positivismo en la sociología Alemana**. Barcelona: Grijalbo, 326p, 1994.
- AGYEMAN, J.; CARMIN, J. Introduction: Environmental injustice beyond borders. In: CARMIN, J.; AGYEMAN, J. (Ed.). **Environmental inequalities beyond borders: local perspectives on global injustices**. Cambridge, MA: MIT Press, 2011. p. 1-15.
- AIKENHEAD, G.S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 1-21, 2005.
- ALCANTARA, F. B. et al. A Influência da mídia e publicidade na alimentação de escolares: o papel da educação alimentar. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**. vol.11, n.12, 2019.
- ALMEIDA, E,S. **A investigação temática na perspectiva da articulação Freire-CTS**. 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências. Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), 2018.
- ALMEIDA, R, O. Parecer sobre o documento preliminar da Base Nacional Comum Curricular Ciências da Natureza. Coordenação do Ensino Médio - MEC. Área: Ciências da Natureza. Componente: Biologia. 2016.
- ALSOP, S. (eds.). **Activist Science and Technology Education**. Dordrecht: Heidelberg: New York: London, **Springer**, n.13, v.05, 2014.
- ALTIERI, M.; NICHOLS, C. Agricultura tradicional y conservación de la biodiversidad. In: ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. I. **Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable**. Méjico, D. F.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina.
- AMBROSI, Claudia. O poder do lixo: abordagens antropológicas dos resíduos sólidos. **Revista Katálisis**, Florianópolis , v. 22, n. 2, p. 426-430, 2019.
- ANDRADE, M, A, S; POY, C, D; TEIXEIRA, M, C. Percepção de risco e formas de utilização de agrotóxicos por agricultores da comunidade rural de Muritiba-Bahia. In: **Atas do Congresso Nacional de Educação Ambiental**. João Pessoa: UFPB, 2013. p.1028-1039.
- ANDRADE, M, G. et al., Metais pesados em solos de área de mineração e metalurgia de chumbo. fitoextração. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 33, nº. 06, p.1879-1888, 2009.
- ANDRADE, M. A. S. **Construção e aplicação de uma sequência didática colaborativa a partir de uma questão sociocientífica sobre agrotóxicos na perspectiva CTSA**. 2015. 234 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

- ANDRADE, M. A. S. et al. Agrotóxicos como questão sociocientífica na Educação CTSA. **REMEA Revista Eletrônica do Mestrado de Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 33, n. 1, p. 171-191, 2016.
- ANDRADE, M. A.S. ALMEIDA, R. O. Diálogos entre a abordagem de questões sociocientíficas sob o enfoque ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e a pedagogia freireana: reinventando Paulo Freire no contexto da formação de professores de ciências. **In: Atas do II Congresso Internacional Paulo Freire: o legado global**. Minas Gerais, 2018. p. 1-15.
- ANDRADE, M.A.S.; NUNES-NETO, N, F.; ALMEIDA, R. O. Uso de agrotóxicos: uma questão sociocientífica para o ensino médio. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, IN. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, v.1, p. 121-144, 2018.
- ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.15-27, 2001.
- ANTUNES, A. As redes municipais de educação diante da pandemia. FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/redes-municipais-de-educacao-diante-da-pandemia>. Acesso em 05.08.2020.
- APPLE, M. Está o professorado perdendo o controle de suas qualificações e do currículo? **Teoria & Educação**. Porto Alegre, n.4, p.62-73, 1995.
- AROCENA, R. Riesgo, cambio técnico y democracia en el subdesarrollo. In: LUJÁN, J. L.; ECHEVERRÍA, J. (Orgs.). **Gobernar los riesgos: ciencia y valores en la sociedad del riesgo**. Madrid: Biblioteca Nueva/Organização dos Estados Ibero-americanos, 2004. p. 207-223.
- ARRAES, R. A.; MARIANO, F. Z., SIMONASSI, A. G. Causas do Desmatamento no Brasil e seu Ordenamento no Contexto Mundial. **Revista Especial sobre Ruralidades**, Piracicaba-SP, vol. 50, nº 1, p. 119-140, 2012.
- AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W; AULER, D (Orgs.) **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora UnB, 2011, p.73-97.
- AULER, D. Articulação entre pressupostos do Educador Paulo Freire e do movimento CTS: novos caminhos para a educação em ciências. **Contexto e Educação**, Ijuí – RS. v. 22, n. 77, p. 167-188, 2007.
- AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia e sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, nov. 2007 b.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. 282 f. (Tese) Doutorado em Educação. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.
- 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.
- AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Revista Alexandria**, v. 2 n. 1, p. 67-84, 2009.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v.21, n.45, p. 275-296, mai./ago. 2015.
- AULER, D; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 3, n. 1, p. 105-115, 2001.
- AZEVEDO, M.C.P.S. (2006). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática** (pp. 19-33). São Paulo: Thomson.

- AZEVEDO, R, O, M A et al. Questões sociocientíficas com enfoque CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de complementaridade. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v.9, n. 02, p.84-98, 2013.
- BAGANHA, D. E. GARCIA, N. M. D. O papel e o uso do livro didático de Ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental. In: **Atas do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- BAGDONAS, A.; AZEVEDO, H, L. O Projeto de Lei “Escola sem Partido” e o Ensino de Ciências. ALEXANDRIA: **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**. Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 259-277, 2017.
- BANDEIRA, B, S.; OLIVEIRA, A. S. Formação cultural e semiformação: contribuições de Theodor Adorno para pensar a educação hoje. **Educação**, v. 35, n. 2, p. 225-232. 2012.
- BAPTISTA, G, C, S. **A contribuição da Etnobiologia para a formação docente sensível à diversidade cultural**: estudo de caso com professoras de biologia do estado da Bahia. 2012. 394 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) Universidade Federal da Bahia. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.
- BARDIN L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARRETT, S.; PEDRETTI, E. Conflicting orientations to science – technology – society – environment education. **School Science and Mathematics**, v.106, n.5, p.21-31, 2006.
- BARZANO, M. L. A. Saneamento básico, história da ciência e formação de professores: um relato de experiência. In: Paulo Marcelo Marini Teixeira; Júlio César Castilho Razera. (Org.). **Ensino de Ciências**: pesquisas e pontos em discussão. Campinas: Komedi, 2009. p. 251-270.
- BAZZO, W. A. **De técnico e de humano: questões contemporâneas**. 2.ed. Florianópolis: EDUFSC, 2016.
- BBC NEWS. **Coronavírus: 'Estamos lidando com epidemias da forma errada'**, diz especialista que 'previu' surto de covid-19. New York, 2020. Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-51810050>. Acesso em: 05.08.2020.
- BEAUCHAMP, T., e CHILDRESS, J. **Principles of biomedical ethics**, New York: Oxford University Press, 2008.
- BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. **Science Education**, v. 87, p. 352-377, 2003.
- BENCZE, J. L.; CARTER, L.; KRSTOVIC, M. Science & Technology Education for Personal, Social & Environmental Wellbeing: Challenging Capitalists’ Consumerist Strategies. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 14, n. 2, p. 39-56, 2011.
- BENCZE, L. ALSOP, S (Eds). **Activist science and technology education**. Dordrecht, Netherlands: Springer Netherlands, v.02, n. 14, p. 12-34, 2014.
- BENCZE, L. *et al.* Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais e ambientais relacionados à ciência e à tecnologia. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.) **Questões Sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 515-559.
- BENCZE, L.; ALSOP, S. Anti-capitalist/Pro-communitarian S&T Education. **Journal for Activist Science & Technology Education**, Toronto, v. 1, n. 1, p. 66-84, 2009. Disponível em: <<http://jps.library.utoronto.ca/index.php/jaste/article/view/21987>>. Acesso em: 27 nov. 2017.
- BENITES, W. DE M.; et al., Utilização de Carvão e Subprodutos da Carbonização Vegetal na Agricultura: aprendendo com as Terras Pretas de Índio. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. (Eds.) **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, 2009. p. 286-297.

- BERNARDO, J. R. R.; VIANNA, D. M; SILVA, V, H. D. A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sociocientíficos. In: SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos; AULER, Décio (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, cap.12, p.373-293.
- BOFF, L. A fome é um problema ético e político. **Pragmatismo Político**, São Paulo, nov, 2012. Disponível em: <https://www.pragmatismopolitico.com.br/2012/10/leonardo-boff-fome-e-um-problema-etico-politico.html>. Acesso em: 22.01.2017.
- BOFF, L. **Ética e moral: a busca de fundamentos**. 2ª ed. Petrópolis, Rio de Janeiro, Editora Vozes, 2003.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **A investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BONFIM, V et al., O Levantamento Preliminar na seleção de Questões Sociocientíficas: o exemplo do Areal em Olivença/BA. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v.25, p.171-202, 2019.
- BOURDIEU, P. **Escritos de Educação**. 9.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.
- BRANDÃO, C. R. **A educação como cultura**. Campinas-SP: Mercado das Letras, 2011.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (5ª a 8ª série). Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BROOKE, J. Waste dumpers turn to West Africa. **The New York Times**, New York, Jul, 1988.
- CAHAPUZ, A. et al., A Hipótese e a Experiência Científica em Educação em Ciência: Contributos para uma reorientação epistemológica. In: **Necessária renovação do ensino das ciências / António Cachapuz...et al**, (organizadores). São Paulo: Cortez, 2005.
- CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O. **Princípios e perspectivas da Agroecologia**. Curitiba: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná - Educação à Distância, 2011.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER, 2004.
- CAREGNATO, R. C. A E MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso *versus* análise de conteúdo. **Revista Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 15, n. 4, p. 679-684, 2006.
- CARNIO, M. P.; CARVALHO, W. L. P. O tratamento de Questões Sociocientíficas na formação de professores de ciências: possibilidades e desafios nas vozes dos licenciados. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP. 2013.
- CARSON, R. **Silent spring**. Houghton Mifflin: Nueva York, 1962.
- CARVALHO, G. S. Health Education in Portuguese Schools: The Contribution of Health and Education Sectors. In: TAYLOR, N. et al. (Eds). **Health education in context: An International Perspective on Health Education in Schools and Local Communities**. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2012. p.37-46.
- CARVALHO, L. M. O.; CARVALHO, W. L. P. (orgs). **Formação de Professores e Questões Sociocientíficas no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 2012.
- CARVALHO, S. M. G.; PIO, P. M. A categoria da Práxis em Pedagogia do Oprimido: sentidos e implicações para a educação libertadora. **Revista Brasileira de Estudos pedagógicos.**, Brasília, v. 98, n. 249, p. 428-445, 2017.
- CASALI, A. Paulo Freire e outras correntes do pensamento e ação: O Pensamento Complexo, Teologia da Libertação, Justiça Restaurativa, Teatro do Oprimido e Planejamento Estratégico e Situacional. In: **Ciclo de Seminários: O Pensamento de Paulo Freire como Matriz Integradora de Práticas Educativas no Meio Popular**. São Paulo. Instituto Pólis, 2008. 67p.
- CAVALCANTE, N. S. P. **Educação ambiental na Amazônia e neoliberalismo: uma análise das experiências desenvolvidas no município de Santarém-PA (dos anos 1990 a 2010)**. 2016. 220 P. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2016.

- CAVALLI, M. B.; MEGLHIORATTI, F. A. A participação da mulher na ciência: um estudo da visão de estudantes por meio do teste DAST. *ACTIO*, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 86-2, 2018.
- CECCATTO, D. et al. A influência da mídia no consumo alimentar infantil: uma revisão da literatura. **Revista Perspectiva**. v. 42, n.157, p. 141-149, março/2018.
- CEREZO, J. A. L. Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 1-25, 1998.
- CÉSAR, C et al.; As contribuições da contação de história como incentivo à leitura na educação infantil. **Revista Interação**, Ano X, Nº 2, p.22.45, 2014.
- CHAMBERS, D. W. (1983). Stereotypic Images of the Scientist: The Draw-A-Scientist Test. **Science Education**, n. 67, v. (2), 255–265.
- CHASSOT, Á. **Para que(m) é útil o ensino?** Canoas: Editora da Ulbra, 1995
- CHAUÍ, M. **O que é Ideologia**. São Paulo: Brasiliense, 1980.
- COBERN, W. W. Apples and oranges: a rejoinder to Smith and Siegel. **Science Education**, Hoboken, v. 13, n. 6, p. 583-589, 2004.
- COBERN, W.W.; LOVING, C. C. Defining science in a multicultural world: implications for science education. **Science Education**, New York, v. 85, n. 1, p. 50-67, 2001.
- COELHO, J. C.; MARQUES, C. A. Contribuições Freireanas para a Contextualização no Ensino de Química. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.09, n.01, p.59-75, 2007.
- COLL, C.; POZO, J. I. **Los Contenidos em La Reforma: Ensananza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes**. Espanha: Rogar, 1992.
- COLOMBO, W.; ALENCAR, I. C. C. Escorpiões: um estudo de caso com alunos do Ensino Fundamental em escolas dos municípios de Santa Teresa e São Roque do Canaã, Espírito Santo, Brasil. **Boletim de Museologia e Biologia Mello Leitão**, n.01, v, 39, p 39-67, 2017.
- CONRADO, D, M et al. Evolução e ética na tomada de decisão em questões sociocientíficas. Atas do IX **Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, Girona. Pp. 803-807, 2013.
- CONRADO, D, M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. 239 p. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.
- CONRADO, D. M. **Uso de conhecimentos evolutivo e ético na tomada de decisão por estudantes de biologia**. 2013. 220 p. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N.F.; EL-HANI, C, N. Uma Análise de Arcabouços Teóricos sobre Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 23-43, 2017.
- CONRADO, D.M.; CONRADO, I. S. Análise crítica do discurso sobre imagens da ciência e da tecnologia em argumentos de estudantes de biologia. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo (SP), v. 4, n. 5, p. 218-231, 2016.
- CONRADO, D.M.; NUNES-NETO, N, F. 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.
- CONRADO, D.M.; NUNES-NETO, N.F. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. **Atas do XVI ENEC – Encontro Nacional de Educação em Ciências**. Lisboa. Pp. 432-435, 2015.
- CONTRERAS, J. **A autonomia dos professores**. Trad. Sandra Trabuco. São Paulo: Cortez, 2002. 296 p.

- COSTA, R. F. S. et al. As visões distorcidas da Natureza da Ciência sob o olhar da História e Filosofia da Ciência: uma análise nos anais dos ENEQ e ENEBIO de 2012 e 2014. **Revista ACTIO**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 4-20, 2017.
- CRUZ, E. F. S.; YASSUDA, C. R. W.; BARRAVIERA, J. J. B. Programa de controle de surto de escorpião *Tityus serrulatus*, Lutz e Mello 1922, no município de Aparecida, SP (Scorpiones, Buthidae). **Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. vol.28 no.2, 1995.
- CUPANI, A. A ciência e os valores humanos: repensando uma tese clássica. **Revista Philosophos**, vol. 9, nº 2, p. 115-134, 2004.
- DACORÉGIO, G. A.; ALVES, J. A. P.; LORENZETTI, L. Tendências de pesquisas em ENPECs sobre Questões Sociocientíficas. **Revista ACTIO: Docência em ensino**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 79-96, 2017.
- DASZAK, P. Coronavírus: 'Estamos lidando com epidemias da forma errada', diz especialista que 'previu' surto de covid-19. **BBC News**, 2020.
- DAGNINO, R. P. As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 3-36, 2008.
- DAGNINO, R. P. Uma estória sobre Ciência e Tecnologia, ou começando pela extensão universitária. In: DAGNINO, R. (Org.). **Estudos sociais da ciência e tecnologia e política de ciência e tecnologia**: abordagens alternativas para uma nova América Latina. Campina Grande: EDUEPB, 2010. p. 293-324.
- DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal**. Dissertação de mestrado. IFUSP/FEUSP. São Paulo. 1982.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.
- DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.
- DESGAGNÉ, S. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. Tradução de Adir Luiz Ferreira e Margarete Vale Sousa. **Revista Educação em Questão**, v. 29, n. 15, p. 7-35, 2007.
- DETONI, T. L.; DONDONI, P. C.; PADILHA, E. A. **A escassez da água**: um olhar global sobre a sustentabilidade e a consciência acadêmica. *Revista Ciências Administrativas*, v.14, n.12, p.109-126, 2007.
- DIAS-DA-SILVA, M. H. A cultura da escola pública e a pesquisa colaborativa com professores: alguns conflitos. **Perspectiva**, Florianópolis, v.19, n.1, p.149-165, 2001.
- DIONOR, G. A. **Propostas de ensino baseado em questões sociocientíficas**: uma análise sistemática da literatura acerca do ensino de ciências na educação básica. 2018. 102 p. Dissertação (Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.
- DIONOR, G. A.; CONRADO, D. M.; MARTINS, L., NUNES-NETO, N. F. Análise de propostas de ensino baseadas em QSC: Uma revisão da literatura na educação básica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, 197–224, 2020.
- DIONOR, G. A.; FERREIRA, R. L.; MARTINS, L. Estado da arte em atas de evento sobre educação em ciências acerca da temática educação em saúde. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia**, Campinas, n. 7, p. 2784-2795, 2014.
- DUSO, L.; HOFFMANN, M. B.; SILVÉRIO, L. E. R. Controvérsias sociocientíficas: limites e possibilidades de uma atividade interdisciplinar no ensino de ciências. In: **VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia**, 2013, Rio Grande do Sul, p. 1-15, 2013. Enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

- EPOGLOU, A. **O Ensino de Ciências em uma perspectiva freireana: Aproximações entre teoria e prática na formação de professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. 2013. 308 p. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2013.
- EPOGLOU, A.; MARCONDES, M. E. R. O Ensino de Ciências nos Anos Iniciais: contribuições da obra de Paulo Freire para ampliar perspectivas em um curso de formação continuada. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 19, nº 1, 225-249, 2019.
- Estado de Minas Gerais. Pandemia agrava desigualdade na educação. Minas Gerais, 2020.
- ESTEVÃO, A. P. S. S.; COSTA, M, A. F. História em quadrinhos: estratégia para o processo ensino-aprendizagem do tema “lixo eletrônico”. **Revista práxis**, v. 8, n. 1 (Sup): Ludicidade no Ensino de Ciências, 2016.
- FARACO, C. **Trabalhando com a narrativa**. 2.ed. São Paulo: Ática, 1992.
- FARIAS, M, H, C, S. et al., Impacto dos Assentamentos Rurais no Desmatamento da Amazônia. **Mercator**, Fortaleza, v. 17, p.17-27, 2018.
- FARIAS, M. H. C. S et al., Impacto de los asentamientos rurales en la deforestación del Amazonas. **Mercator**, Fortaleza, v. 17, n.4, p. 34-47, 2018.
- FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade, teoria e história**. Campinas: Papyrus, 2006.
- FEITOSA, R. A.; DIAS, A. M. I. Décadas do surgimento do practicum reflexivo: por teoria(s) e prática(s) articuladas na formação e na ação docentes. In: NETO, A. S; FORTUNATO, I. (Org). **20 anos sem Donald Schön: o que aconteceu com o professor reflexivo?** Cidade: Edições Hipóteses, 2017. p. 13-28.
- FERNANDES, C.; MARQUES, C. A. Ciência, tecnologia e sociedade e a perspectiva freireana de educação: possíveis convergências. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação**, 2009. Florianópolis, 2009. p. 1-11.2009.
- FERNANDES, L. V.; O trabalho docente à luz da perspectiva materialista histórica. In: **36ª Reunião Nacional da ANPEd**, 29, 2013, Goiânia-GO, 2013, p. 2-13.
- FERREIRA, C, S.; Pauperização e alienação do trabalho docente: contradições e perspectivas para o movimento dos trabalhadores de educação. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 62-71, fev. 2011.
- IORE, M. Prazer e Risco: uma discussão a respeito dos saberes médicos sobre uso de “drogas”. In: LABATE et al., (Org). **Drogas e cultura: novas perspectivas**. Salvador: Edufba, 2008, p. 9-10.
- FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabretactum, 2010, p. 205.
- FONSECA, E. M.; LINDEMANN, R.H.; DUSO, L. Articulações entre referenciais do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade e pressupostos da Abordagem Temática Freireana: refletindo sobre possibilidades para a formação de professores. **Indagatio Didactica**, vol.1, n.13,2019.
- FONSECA, K. N. et al. Tema Gerador em Pesquisas em Educação em Ciências. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. 10., 2015. Águas de Lindoia. Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.
- FOUREZ, G. **A construção das Ciências: Introdução à Filosofia e à Ética das Ciências**. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.
- FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la**
- FOUREZ, G. **Educar: docentes, alunos, escolas, éticas, sociedades**. Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2008.
- FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. F. **O ensino de Ciências no primeiro grau**. 3. ed. São Paulo: Atual, 1986.
- FREIRE, P. HORTON, M. **O caminho se faz caminhando: Conversas sobre Educação e mudança**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2003.

- FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967 a.
- _____. **Educação e Mudança**. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra, 1970.
- _____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo, SP: Paz e Terra, 1996.
- _____. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.
- _____. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992
- _____. **Política e educação: Ensaio**. São Paulo: Cortez, 1995.
- _____. **Professora Sim, Tia não: Cartas a quem ousa ensinar**. São Paulo: Olho D' água, 2009.
- Fundação Carlos Chagas. Educação em tempos de Pandemia. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.fcc.org.br/fcc/educacao-pesquisa/educacao-escolar-em-tempos-de-pandemia-informe-n-1>. Acesso em: 12.04.2018.
- FURLAN, A. B. S.; RICCI, E. C.; GOMES, C. G. S.; SILVA, A. F. G. Abordagem temática no currículo de ciências: a perspectiva ético-crítica na concepção de lixo como condição humana. *In: Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8, 2011, Campinas/SP, Campinas/SP, 2011.
- FULLICK, P.; RATCLIFFE, M. (Eds.) **Teaching ethical aspects of science**. Totton: Bassett Press, 1996.
- GADOTTI, M. **Boniteza de um sonho: ensinar-e-aprender com sentido**. Novo Hamburgo: Fevale, 2003.
- GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra**. São Paulo: Peirópolis, 2000. 217 p. (Série Brasil Cidadão).
- GALVÃO, C. A discussão de assuntos controversos no ensino de ciências. **Inovação**, vol.12, n.12, 1999.
- GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 10, n. 2, 2008, p. 131-160.
- 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.
- GALVÃO, D. S. M. S. Três Lagoas: o avesso do avesso. **Entrelaçando - Revista eletrônica de culturas e educação**, Nº 05. v.7, 2012.
- GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. Sá. **Professores do Brasil: impasses e desafios**. Brasília, DF: Unesco, 2009.
- GEHLEN, S. T.; Tema Gerador em pesquisas em Educação em Ciências. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC* Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015 p.1-8.
- GIL, G.; FERREIRA, J. Apresentação. *In: LABATE et al., (Org). Drogas e cultura: novas perspectivas*. Salvador: Edufba, 2008, p. 9-10.
- GIL, G.; FERREIRA, J. Apresentação. *In: LABATE et al., (Org). Drogas e cultura: novas perspectivas*. Salvador: Edufba, 2008, p. 9-10.
- GIL-PÉREZ, D et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GIROUX, H. A. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006.
- GOKHALE, A. Collaborative learning enhances critical thinking. **Journal of Technology Education**. V.7, n1, p. 22-30, 1995.
- GOMES, T. M. **Formação docente através da investigação-ação: a abordagem da questão sociocientífica “epidemia de Zika - das saídas milagrosas aos gargalos sociais**. 2017. p. 46

- Dissertação (Mestrado em Formação continuada de Professores). Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2017.
- GREENPEACE. Poisoning the poor: electronic waste in Ghana. Amsterdam, 2008.
- GREENWOOD, S. A.; FONSECA, A. B. Espaços e caminhos da educação alimentar e nutricional no livro didático. **Ciência e Educação.**, Bauru, v. 22, n. 1, p. 201-218, 2016.
- GUERRA, C. S.; CARDOSO, F. B. S. A influência da cultura do consumo na alimentação humana: a (in) sustentabilidade do consumo de proteína animal. In: **Anais do 4º Congresso Internacional de Direito e Contemporaneidade: mídias e direitos da sociedade em rede.** p.1-15, 2017.
- GUIMARÃES, A. P et al., Grupos colaborativos para construção e aplicação de questões sociocientíficas na educação básica: possibilidades e desafios. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018. p. 397-425.
- GUIMARÃES, A.P.M. et al., Grupos colaborativos para construção e aplicação de questões sociocientíficas na educação básica: possibilidades e desafios. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018. p. 397-425.
- GUIMARÃES, M. A **Dimensão Ambiental na Educação.** Campinas: Papirus, 1995.
- GUIMARÃES, M. Educação ambiental: participação para além dos muros da escola. In: BRASIL. MEC/MMA; UNESCO. **Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola.** Brasília, 2007. p. 86-93. Disponível em: < >. Acesso em: 15 jan. 2015.
- HABERMAS, J. **Técnica e ciência enquanto “ideologia”.** 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- HALMENSCHLAGERA, K, R .; DELIZOICOV, D. Abordagem Temática no Ensino de Ciências: Caracterização de Propostas Destinadas ao Ensino Médio. **Alexandria: Revista de Educação, Ciência, Tecnologia,** Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 305-330, novembro. 2017.
- HARDIN, G. The tragedy of the commons: the population problem has no technical solution; It requires a fundamental extension in morality. **Science**, v. 162, n. 3859, p. 1243-1247, 1968.)
- HARE, W. (1999). Critical thinking as an aim of education. In R. Marples (Ed.), **The aims of education.** London: Routledge.
- HEGEL, G. W. F. **A fenomenologia do espírito.** São Paulo: Nova Cultural, 1992. (Os Pensadores).
- HERRERA, A. Novo enfoque do desenvolvimento e o papel da ciência e da tecnologia. In: DAGNINO, R.; THOMAS, H. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma reflexão latino-americana.** Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003. p. 25-45.
- HOBBSAWN, E. “Feiticeiros e aprendizes: as ciências naturais”, In: _____. **Era dos extremos – O breve século XX – 1914 – 1991,** São Paulo: Companhia das Letras, 1995. p.504-536.
- HODSON, D. Don't Be Nervous, Don't Be Flustered, Don't Be Scared. Be Prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v.13, n.4, p.313-331, 2013.
- HODSON, D. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**, v. 3, v. 1, p. 2-7, 2004.
- HODSON, D. **Looking to the future: building a curriculum for social activism.** The Netherlands: Sense Publishers, 2011.
- HODSON, D. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018. p. 27-57.
- HODSON, D. **Teaching and Learning about Science: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values.** Vol 1. Sense Publishers, 1999.
- HOWELL, K. E. **An introduction to the philosophy of methodology.** Califórnia: SAGE, 2013.

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico de 2010**. Disponível em < <http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>> . Acesso em 29 fev. 2014.
- IBIAPINA, I. M.; FERREIRA, M. S. A. Pesquisa Colaborativa na Perspectiva Sócio-Histórica. **Linguagens, Educação e Sociedade**, n. 12 26 – 38, 2005.
- IBITAYO, W. C. G. Transboundary dumping of hazardous waste. In: THE ENCYCLOPAEDIA of earth. Washington: **Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment**, 2008.
- JACOBI, P. R. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.
- JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- JAPIASSU, H. **O mito da neutralidade científica**. Rio de Janeiro: Imago, 1975.
- JENSEN, B.; SCHNACK, K. The Action Competence Approach in Environmental Education. **Environmental Education Research**, London, v. 3, n. 2, p. 163-178, 1997.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas**. Espanha: Graó, 2010.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. La catástrofe del Prestige: racionalidad crítica versus racionalidad instrumental. **Cultura y Educación**, v. 16, p. 249-257, 2004.
- JONES, A. *et al.* Developing students' futures thinking in science education. **Research in Science Education**, v.42, p.687-708, 2012.
- KAHN, S.; ZEIDLER, D. L. Using our Heads and HARTSS*: Developing Perspective-Taking Skills for Socioscientific Reasoning (*Humanities, ARTs, and Social Sciences). **Journal of Science Teacher Education**, v.27, n.3, p.261-281, 2016.
- KRASILCHICK, M. Ensino de ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, 1998.
- KRASILCHICK, M. Reformas e realidade o caso do ensino das ciências. **São Paulo Em Perspectiva**, v.1, n.6, 2000.
- KREIMER, P; ZABALA, J, P. ¿Qué conocimiento y para quién? Problemas sociales, producción y uso social de conocimientos científicos sobre la enfermedad de Chagas. **Argentina Redes**, Buenos Aires, Argentina, vol. 12, núm. pp. 49-78, 23, 2006.
- LABATE, B. C.; GOULART, S. L. Introdução. In: LABATE et al., (Org). **Drogas e cultura: novas perspectivas**. Salvador: Edufba, 2008, p. 23-40.
- LACEY, H. Ciência, respeito à natureza e bem-estar humano, **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 297-327, 2008.
- LACEY, H. O lugar da ciência no mundo dos valores e da experiência humana. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 681-701, 2009.
- LACEY, H. O princípio da precaução e a autonomia da Ciência. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 4, n 3, p. 373-392, 2006.
- LANDER, E. Ciências Sociais: saberes coloniais e eurocêntricos. In: _____. (org.). **A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais. Perspectivas latinoamericanas**. Buenos Aires: CLACSO, 2005. (Colección Sur).
- LATOUR, B. (2000). **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora** (I. C. Benedetti, Trad.). São Paulo. Editora Unesp.
- LAYRARGUES, P, P. Educação ambiental com compromisso social: o desafio de superação das desigualdades. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Org.). **Repensar a educação ambiental: um olhar crítico**. São Paulo: Cortez, 2009. p. 11-31.
- LAYRARGUES, P.P. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In: LOUREIRO, C.F., LAYRARGUES, P.P.

- & CASTRO, R.S. (Org.) **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Cortez, 2002. p. 179-219.
- LEE, Y. C. Socio-Scientific Issues in Health Contexts: Treading a rugged terrain. **International Journal of Science Education**. v.34, n.3, p.459-483, 2012.
- LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura: racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável**. Tradução de Jorge Esteves da Silva. Blumenau: Ed. da FURB, 2001.
- LEITE, Y. U. F.; LIMA, V. M. M. Cursos de pedagogia no Brasil: o que dizem os dados do Inep/MEC? **Ensino em Revista**, Uberlândia, v. 17, n. 1, p. 69-93, 2010. Dossiê formação de professores.
- LEVINSON, R. Towards a theoretical framework for teaching controversial socioscientific issues. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 10, p. 1201-1224, 2006.
- LEVIS, C. et al., Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. **Science**, v. 355, n 7, p. 925-931, 2017.
- LIBÂNEO, J, C. O ensino de didática, das metodologias específicas e dos conteúdos específicos do ensino fundamental nos currículos dos cursos de pedagogia. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, DF, v. 91, n. 229, p. 562-583, set./dez. 2010.
- LIBÂNEO, J,C. **Educação Escolar: políticas, estrutura e organização**. São Paulo: Cortez, 2005.
- LIBÂNEO, J. C. Reflexibilidade e formação de professores: outra oscilação do pensamento pedagógico brasileiro? In: PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro (Orgs.). **Professor Reflexivo no Brasil: Gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, p. 123-140, 2002.
- LINS, R. O. **A região de Amargosa: transformações e dinâmica atual (recuperando uma contribuição de Milton Santos)**. Salvador, 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências.
- LISINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, p. 1-17, 2007.
- LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. – Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.
- LOPES, N. C.; **A constituição de associações livres e o trabalho com as questões sociocientíficas na formação de professores**. 2013. 389 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências da UNESP, São Paulo, 2013.
- LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob perspectiva crítica. In: CARVALHO, L. O. de; CARVALHO, W. L. P. de. (Orgs.). **Formação de Professores e Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, p.249-270, 2012.
- LOPES, N.; NOZAWA, C.; LINHARES, R. E. C. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Ananindeua , v. 5, n. 3, p. 55-64, set. 2014.
- LUCATTO, L. G.; TALAMONI, J.L.B. A construção coletiva interdisciplinar em Educação Ambiental no Ensino Médio: A Microbacia Hidrográfica do Ribeirão dos peixes como tema gerador. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 389-398, 2007.
- LUCKESI, C. C. **Verificação ou avaliação? O que pratica a escola?**. Ceará, 2011.
- MACEDO, R. S. **Currículo: campo, conceito e pesquisa**. 5 ed. Petrópolis, Rio de Janeiro, Editora Vozes: 2012.
- MAESTRELLI, S, G.; LORENZETTI, L. As relações CTSA nos anos iniciais do Ensino Fundamental: analisando a produção acadêmica e os livros didáticos. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**. v.13, p.05-21,2017.

- 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**, v. 19, n2, pp. 85-110, 2006.
- MAIA, J. O. et al. Concepções de ciência, tecnologia e construção do conhecimento científico para alunos do Ensino médio. **In: Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. p. 1-12, Florianópolis: ENPEC, 2009.
- MAIZTEGUI, A. et al. Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. **Revista Iberoamericana de Educación**. n. 28, p.129-55, 2002.
- MARICONDA, P. R.; RAMOS, M. C. Transgênicos e ética: a ameaça à imparcialidade científica. **Scientiae studia**, Vol. 1, No. 2, p.245-61, 2003.
- MARQUES, L. A pandemia incide no ano mais importante da história da humanidade. Serão as próximas zoonoses gestadas no Brasil?. UNICAMP, Campinas, Maio, 2020. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2020/05/05/pandemia-incide-no-ano-mais-importante-da-historia-da-humanidade-serao-proximas>. Acesso em: 22.06.2020.
- MARQUES, R. S. **Em busca do desenvolvimento de competências didático-pedagógicas no contexto da formação docente em ciências biológicas**. 2017. 271 P. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.
- MARTÍNEZ- PÉREZ, L. F. M.; LOZANO, D. L. P. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. **Góndola Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**. v. 8, n. 1, p 23- 35, 2013.
- MARTÍNEZ- PÉREZ, L. F. M.; PENAL, D. C.; VILLAMIL, Y. M; relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a partir de casos simulados: una experiencia en la enseñanza de la Química. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. C. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, maio, 2012.
- MARTINS, L et al. Doença de Chagas a partir de Questões Sociocientíficas na Educação em Saúde. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 213-229.
- MARTINS, L. **Abordagens da saúde em livros didáticos de Biologia: análise crítica e proposta de mudança**. 165 p. Tese (Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências) Salvador. 2017.
- MARTINS, L. et al. Educação em Saúde: breves reflexões sobre o Reduccionismo e o Holismo. In: AUDI, L. C. C.; OLIVEIRA, J. M.; REIS, M. J. E. (Org.). **Educação e desenvolvimento: debates contemporâneos**. Campinas: Pontes, 2014. v. 1, p. 165-177.
- MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cadernos Brasileiro de Ensino de Física**. v. 12, n. 3: p. 164-214, 1995.
- MEDEIROS, L.F.R.; MACEDO, K.B. “Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência?”. **Psicologia & Sociedade**. V.18, n.2, p.62-71, 2006.
- MEDINA, D. M. R.; MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F.; LOZANO, D. L. P. Creencias de los profesores de preescolar y primaria sobre ciencia, tecnología y sociedad, en el contexto de una institución rural. **Tecné, Episteme y Didaxis**. N. 25, pp. 41-61, 2009.
- MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. In: FRACALANZA, H; MEGID NETO. **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006.
- MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BOERSMA, K.; GOEDHART, M.; JONG, O; EIJKELHOF, H. (Ed.). **Research and the quality of science education**. Dordrecht: Springer, p. 195-207. 2005.

- MENDES, M. R. M. **A Argumentação em Discussões Sociocientíficas: o contexto e o discurso.** Dissertação (Mestrado). 2012. 211 f. (Tese) Doutorado em Educação. Faculdade de Educação da Universidade de Brasília. Brasília. 2012.
- MENEZES, M. C. **Um diálogo entre a pedagogia freireana e a educação científica na educação infantil.** 2016. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, BA, 2016.
- MERTENS, D. M. *Research and evaluation in education and psychology: integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods.* 4.ed. **Thousand Oaks, CA: Sage, 2014.**
- MESQUITA, E. **Ver de perto pra contar de certo. As mudanças climáticas sob os olhares dos moradores da floresta do Alto Juruá.** 2012. 509 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) Universidade Estadual de Campinas, 2012.
- MÉSZÁROS, I. **A educação para além do capital.** Tradução de Isa Tavares. São Paulo: Boitempo, 2008.
- MILANI, M. O. et al. Influência da mídia nos hábitos alimentares de crianças: uma revisão da literatura. **Revista de Epidemiologia Controle e Infectologia**, v. 5, n.3, p.153-157, 2015.
- MILANI, M. O. Influência da mídia nos hábitos alimentares de crianças: uma revisão da literatura. **Revista Epidemiologia Controle Infecção.** V.5, n.3, p.153-157, 2015.
- MILLI, J. C. L et al., A Rede Temática e o Ciclo Temático na Busca pela Cultura de Participação na Educação CTS. **ALEXANDRIA: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 71-100, 2018.
- MINAYO, M. C. S. Quantitativo- qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 239-262. 1993.
- MION, R.; ALVES, J.; CARVALHO, W. Implicações da relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: subsídios para a formação de professores de física. **Experiências em Ensino de Ciências.** v.4, n. 2, p.47-59, 2009.
- MIOTTO, A. C.; OLIVEIRA, A. F. A influência da mídia nos hábitos alimentares de crianças de baixa renda do Projeto Nutrir. **Revista Paulista de Pediatria**, vol. 24, núm. 2, pp. 115-120, 2006.
- MIRANDA, A. L. **Da natureza da tecnologia: uma análise filosófica sobre as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica da tecnologia moderna.** 2002. 161f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2002.
- MOGENDORFF, J. R. A Escola de Frankfurt e seu legado. **Verso e Reverso**, XXVI, n. 63, p. 152-159, 2012.
- MORAES, M. C.; NAMAN, D. C.; DARSIE, M. M. P. Formação docente relacionada com questões sociocientíficas: complexidade, contribuições e limitações de uma prática educativa. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, V.23, N.12, 18-30, 2015.
- MORIN, E. **Sete saberes necessários à educação do futuro.** São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.
- MOURA, J. C.; CUNHA, H. F. A influência do ensino de Ciências por investigação na visão de alunos do ensino fundamental sobre cientistas. **Experiências em Ensino de Ciências**, V.13, No.2, 2018.
- MOURA, P. M. de et al. O Desmatamento e o Crescimento urbano desordenado no estado do Rio de Janeiro: impactos na dinâmica do Dengue. **Cadernos UNIFOA**, v. 9, n. 24, 2014.
- MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: Potencial e Desafios. **Revista de Administração Contemporânea.** v. 15, n. 4, pp. 731-747, 2011.

- MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia. V. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.
- MUENCHEN, C. et al. Enfoque CTS: configurações curriculares sensíveis à temas contemporâneos. **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Bauru, SP, 2005.
- MUENCHEN, C.; AULER, D. A. Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: enfrentando desafios no contexto da EJA. *In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação*, Santa Catarina, 2013.
- NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, V. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o Ensino de Ciências, **Revista Convergência**. v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.
- NASCIMENTO, T. G; ALVETTI, M. A. S. Temas científicos contemporâneos no ensino de biologia e física. **Ciência & Ensino**, vol. 1, n. 1, 2006.
- NICOT, Y. E.; SOUZA, J. S. S. A natureza da ciência: das visões deformadas à rejeição. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*. v.9, n.19, p. 11–22, 2016.
- NOGEIRA, E. F.; MANSANO, S. R. V. Da glamourização do consumo à produção de lixo: um debate necessário. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Comunicação**, UTFPR, p.1-11, 2016.
- NOVAIS, E, S. P. et al. O Processo de Redução Temática na Formação de Professores em Iguai-BA. **Alexandria: Revista Educação Científica e Tecnológica**, Florianópolis, v. 10, n.1, p. 77-103, 2017.
- NÓVOA, A.; FINGER, M. **O Método (auto) biográfico e a formação**. Natal, RN: EDUFRRN; São Paulo: Paulus, 1988.
- NUNES, A. O.; DANTAS, J. M. As relações ciência–tecnologia–sociedade–ambiente (CTSA) e as atitudes dos licenciandos em química. **Educación Química**. V. 23, n. 1, P.85-90, 2012.
- NUNES, M. R. T. et al . Eco-epidemiologia dos arbovírus na área de influência da rodovia Cuiabá-Santarém (BR 163), Estado do Pará, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. v. 25, n. 12, p. 2583-2602, 2009.
- OLIVEIRA, D. S. **Apropriações do Tema Gerador no Ensino de Ciências**. 2016. 91 p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia/ Universidade Estadual de Feira de Santana, 2016.
- OLIVEIRA, E et al. Análise de Conteúdo e Pesquisa na área da Educação. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 9, p.11-27, 2003.
- OLIVEIRA, F. A.; LANGHI, R. Educação em Astronomia: investigando aspectos de conscientização socioambiental sobre a poluição luminosa na perspectiva da abordagem temática. **Ciência e Educação** v. 20, n. 3, p. 653-670, 2014.
- OLIVEIRA, M. B. Neutralidade da ciência: desencantamento do mundo e controle da natureza. **Scientia Studia**, São Paulo, v. 6, nº 1, 2008.
- OLIVEIRA, P, A, B.; MENDES, J, M, R. Processo de trabalho e condições de trabalho em frigoríficos de aves: relato de uma experiência de vigilância em saúde do trabalhador. **Ciência & Saúde Coletiva**, V, 12, p. 4627-4635, 2014.
- ORQUIZA-DE-CARVALHO, L, M; CARVALHO, W, L, P. Tecnociências, neoliberalismo e educação científica. **Revista Ciência e educação (Bauru)**, Bauru , v. 24, n. 3, p. 537-541, 2018
- OXFAM BRASIL. Como o corona vírus afeta a educação no Brasil? São Paulo, 2020. Disponível em: [https://www.oxfam.org.br/blog/como-o-coronavirus-afeta-a-educacao-nobrasil/#:~:text=Como%20o%20coronav%C3%ADrus%20afeta%20a%20educa%C3%A7%C3%A3o%20dist%C3%A2ncia%20ficam%20bem%20expostas.&text=Este%20C3%A9%20um%20problema%20estrutural,j%C3%A1%20existia%20antes%20do%20coronav%C3%ADrus](https://www.oxfam.org.br/blog/como-o-coronavirus-afeta-a-educacao-nobrasil/#:~:text=Como%20o%20coronav%C3%ADrus%20afeta%20a%20educa%C3%A7%C3%A3o%20dist%C3%A2ncia%20ficam%20bem%20expostas.&text=Este%20C3%A9%20um%20problema%20estrutural,j%C3%A1%20existia%20antes%20do%20coronav%C3%ADrus.). Acesso em: 22.07.2020.
- PACEY, A. **La Cultura de la Tecnología**. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

- PAIVA, A. S. **Princípios de design para o ensino de Biologia Celular: Pensamento Crítico e Ação Sociopolítica inspirados no caso de Henrietta Lacks**. 2019. P. 388. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2019.
- PAIXÃO, L. H. C.; CONCEIÇÃO, V, S. S. **DINÂMICA RURAL DO MUNICÍPIO DE AMARGOSA**. In. **Atas do V Simpósio Cidades Médias e Pequenas da Bahia**. Santo Antônio de Jesus, BA, 2015, p. 13.
- PALÁCIOS, E.M.G et al., Introdução aos estudos CTS. **Organização de Estudos Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e Tecnologia**. v.1, nº1, 2008.
- PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION – PAHO; WORLD HEALTH ORGANIZATION-WHO. **20 years basic indicators: health situation in the Americas, Washington, 2014**.
- PARO, V, H. **Educação como exercício do poder: crítica ao senso comum em educação**. São Paulo: Cortez, 2010.
- PASINE, F. S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável**. 2017. P. 104. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Conservação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- PASINI, F, S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável**. 2017. p. 104. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.
- PEDRETTI, E. G. et al., Promoting Issues-based STSE Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology. **Science & Education Springer**, 2006.
- PEDRETTI, E. Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education. In: ZEIDLER, D. (Org.) **The role of the moral reasoning on socioscientific issues and discourse is science education**. London, Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers, p. 219-240, 2014.
- PEDRETTI, E. Teaching science, technology, society and Environment (STSE). education: **Science & Technology Education Library**, 19, Jan, p. 219-239. 2003.
- PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, p. 602-626, nov,2011.
- PERES, F. **É veneno ou é remédio? Os desafios da comunicação rural sobre agrotóxicos**, 1999.163 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999.
- PEROZA, J.; SILVA, C. P.; AKKARI, A. Paulo Freire e a diversidade cultural: um humanismo político-pedagógico para a transculturalidade na educação. **Revista Reflexão e Ação**, Santa Cruz do Sul, v.21, n.2, p.461-481, 2013 <http://online.unisc.br/seer/index.php/reflex>.
- PESSOA, V, M.; RIGOTTO, R, M. Agronegócio: geração de desigualdades sociais, impactos no modo de vida e novas necessidades de saúde nos trabalhadores rurais. **Revista brasileira de Saúde ocupacional**., São Paulo, n. 37,p. 65-77, 2012.
- PIMENTA, S, G.; GARRIDO E.; MOURA, M.; **Pesquisa colaborativa na escola facilitando o desenvolvimento profissional de professores**. In 24ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED. Formação de professores em exercício. Caxambu, MG, 2001, 21p.
- PIMENTA, S.G et al. **Os cursos de licenciatura em pedagogia: fragilidades na formação inicial do professor polivalente**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 43, n. 1, p.15-30, 2017.
- PINTO, Á. V. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005. v. 2.
- PIPITONE, M.A.P. et al. A Educação Nutricional no Programa de Ciências para o Ensino Fundamental. **Saúde em Revista**, Piracicaba, v. 5, n 9, p. 29-37, 2003.
- POMBO, O. **A interdisciplinaridade como problema epistemológico e exigência curricular**. Lisboa: Editora Texto. 2003.

- QUEIROZ, E. L. S.; CONRADO, D. M.; SILVA, E. L. Relações CTSA em discussões de licenciandos de Biologia sobre uma Questão Sociocientífica. **Indagatio Didactica**, vol. 11, n.1, p. 463-479, 2019.
- RAMSEY, J. The Science Education Reform Movement: Implications for Social Responsibility. **Science Education**, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.
- RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Maidenhead, UK: Open University Press, 2003.
- REBOUÇAS, J.A. **(RE) criando identidades: Amargosa, de pequena São Paulo à cidade jardim (1930 A 1950)**. 2013. 150 f. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em História Regional e Local, Universidade do Estado da Bahia, Santo Antônio de Jesus, BA.
- REIGOTA, M. **A escola e a floresta: por uma educação ambiental pós-moderna**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- REIS, P. Acción Socio-Política sobre Cuestiones Socio-Científicas: Reconstruyendo la Formación Docente y el Currículo. **Uni-pluri/versidadade**, vol. 14, n. 2, 2013.
- RIBEIRO, G.; SILVA, J, L, J, C. A imagem do cientista: impacto de uma intervenção pedagógica focalizada na história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**. V.23, N. 2, pp. 130-158, 2018.
- RICARDO, E, C. A problematização e a contextualização no ensino das Ciências: acerca das ideias de Paulo Freire e Gérard Fourez. **In: Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, p. 1-12, 2003.
- ROMANCINI, S. R. M.; VIANA, E.; GONÇALVES, T. M. O catador de resíduos sólidos recicláveis e a desigualdade social. **Ciências sociais Unisinos**, v. 41, n. 2, 74-81, 2005.
- ROSA, B. O. Mulheres invisíveis: a identidade das Catadoras de materiais recicláveis. **Revista gênero**, v.14, n.2, p. 91-104, 2014.
- ROSA, K.; SILVA, M. R. G. Feminismos e ensino de ciências: análise de imagens de livros didáticos de física. **Revista Gênero**. v.16 ,n.1, p. 83 - 104. 2015.
- ROSA, S. E.; AULER, D. Não neutralidade da ciência-tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.9, n.2, p.203-231, 2016.
- ROSO, C.C. Tomada de decisões em ciência-tecnologia-sociedade: análise na educação em Ciências. **In: Atas do Seminário de pesquisa em Educação da região Sul**. Florianópolis, SC, P. 1-12, 2012.
- ROTH, W.-M. From-Within-the-Event: A Post-constructivist Perspective on Activism, Ethics, and Science Education. In: BENCZE, L.; ALSOP, S. **Activist Science and Technology Education**. Dordrecht: Springer, 2014, Cultural Studies of Science Education. v.9, p.237-254.
- RUBBA, P. Integration STS into school science and teacher education: beyond awareness. **Theory into Practice**, v.30, n.4, p.303-15, 1991.
- RUSCHEINSKY, Aloísio. Distinção e desigualdades na cultura de consumo. **Caderno CRH**, Salvador, v. 23, n. 59, p. 419-424, 2010.
- SARMENTO *et al.*, Princípios de Design para um Ensino de Ciências contextualizado pelas relações entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente. **Revista Educação e Fronteiras On-Line**, Dourados/MS, v.9, n.25, p. 183-207, jan./abr. 2019.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2010.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. **Química Nova**. v.30, n.8, p.2035-2042, 2007.
- SADLER, T. D. Moral and ethical dimensions of socioscientific decision-making as integral components of science literacy. **Science Educator**, v.13. p.39-48, 2004.

- SADLER, T. D. **Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research**, Gainesville: Springer, 2011.
- SADLER, T. D.; DONNELLY, L. A. Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality, **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 12, p. 1463-1488, 2006.
- SADLER, T.; ZEIDLER, D. The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, n. 88, p. 4-27, 2004.
- SAIZ, C.; RIVAS, S. F. Evaluation of the ARDESOS program: An initiative to improve critical thinking skills. **Journal of the Scholarship of Teaching and Learning**. N.11, v.2, 34-51, 2008.
- SANTOS, E. L.; CARMO, R. S. Histórias explicativas para o ensino de fotossíntese e abordagem da natureza da ciência no ensino médio de biologia. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**. Águas de Lindóia, SP, 2015.
- SANTOS, J.; CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. Poluição Hídrica: Uma questão sociocientífica para a abordagem de ética ambiental no ensino fundamental. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 191-211.
- SANTOS, T.S. **Alfabetização científica e o uso de questões sociocientíficas no ensino de ecologia: uma experiência no contexto de lagarto – SE**. 182 f. 2018. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática), 2018.
- SANTOS, T. O. Os impactos do Desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão. **Revista Geografia Acadêmica**. v.11, n.2, p. 32-45 2017.
- SANTOS, W, L, P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 12, p. 12-36, 2007.
- 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. Scientific literacy: a Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**, v. 93, n. 2, p. 361-382, 2009.
- SANTOS, W, L. P.; SILVA, K. M. A.; SILVA, S. M. B. Perspectivas e desafios de estudos de QSC na educação científica. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 427-451.
- SANTOS, W,L, P. Letramento em Química, educação planetária e inclusão social. **Revista Química Nova**, Vol. 29, n. 3, 611-620, 2006.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.
- SATO, M. Subjetividade da educação ambiental. In: SATO, M.; Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso;. (org.). **Projeto ambiental escolar e comunitário**. Cuiabá: Tanta Tinta, 2004, v. 4, p. 11-16.
- SAUL, A.; GIOVEDI, V. M. A pedagogia de Paulo Freire como referência teórico-metodológica para pesquisar e desenvolver a formação docente. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v.14, n.01, p. 211- 233, 2016.
- SAVIANI, D. Sistema Nacional de Educação articulado ao Plano Nacional de Educação. **Revista Brasileira de Educação**. V, 15 n. 44, 2000.
- SCHEID, N.; FERRARI N.; DELIZOICOV D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, vol. 12, n. 2, p. 157-181, 2007.

- SCHÖN, D.A. **Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem.** Trad. Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000, 256p.
- SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial.** São Paulo: Edipro, 2016.
- SILVA, A. F. G. **A construção do currículo na perspectiva popular crítica: das falas significativas às práticas contextualizadas.** 2004. 192 f. (Tese de Doutorado em Educação e Currículo). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.
- SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Revista Ciência Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.
- SILVA, F. F.; RIBEIRO, P. R. C. Trajetórias de mulheres na ciência: "ser cientista" e "ser mulher". **Ciência e Educação**. v. 20, n. 2, p. 449-466, 2014.
- SILVA, P. R. et al. Concepciones de futuros profesores de biología, brasileiros y portugueses sobre valores éticos de la ciencia. **Góndola**, v. 6, n. 1, p. 9-20, jul. 2011.
- SILVA, R. L. J.; STRIEDER, R. B. A falta de água no bairro: educação CTS com alunos de 9º ano do Ensino Fundamental. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017, p. 1-15.
- SILVA, R. M. GHELEN, S. T. Investigação Temática na formação de professores de Ciências em Pau Brasil-BA: compreensões acerca de um tema gerador. **Revista Ensaio: Belo Horizonte**, v.18, n. 2 ,p.147-169, 2016.
- SILVA, S. M, B; SANTOS, W, L, P. Questões Sociocientíficas e o lugar da moral nas pesquisas em ensino de ciências. **Interacções** nº. 31, Pp. 124-148, 2014.
- SILVA, S, N.; LOUREIRO, C, F, B. O sequestro da Educação Ambiental na BNCC (Educação Infantil - Ensino Fundamental): os temas Sustentabilidade/Sustentável a partir da Agenda 2030. In: **Atas do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC.**
- SOARES, S. S. de S. **Efeitos do desmatamento e da densidade populacional humana na abundância e diversidade de Culicídeos (Diptera: Culicidae) no Assentamento rural de Rio Pardo, Presidente Figueiredo, Amazonas.** 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado em Saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.
- SOLBES, J.; TORRES-MERCHAN, N.Y. ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico? **Tecné, Episteme y Didaxis**, Bogotá, n. 33, p. 61-85, 2013.
- SOLINO, A. P. S. **Abordagem Temática Freireana e Ensino de Ciências por Investigação: contribuições para o Ensino de Ciências/Física nos anos iniciais.** 2013. 230 f. Dissertação de Mestrado em Educação Científica e Formação de Professores –Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jéquié-BA, 2013.
- SOUSA, P, S et al., Investigação Temática no Contexto do Ensino de Ciências: Relações entre a Abordagem Temática Freireana e a *Práxis Curricular via Tema Gerador.* **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.7, n.2, p.155-177, 2014.
- SOUZA, Y, S. O.; SANTOS, M, F, S.; ALÉSSIO, R, L, S. Maconha e Representações Sociais em Matérias de Jornal. **Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 34, Brasília, 2018
- SOUSA, P. S.; GEHLEN, S. T. Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. **Revista Ensaio.** Belo Horizonte. V.19, p.23-40, 2018.
- SOUSA, Y, S, O.; SANTOS, M, F, S.; ALESSIO, R, L, S. Maconha e Representações Sociais em Matérias de Jornal. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 34, p. 23-38, 2018.
- SOUTHERLAND, S. A. Epistemic universalism and the shortcomings of curricular multicultural science education. **Science & Education**, 9, 2000, p. 289- 307.
- SOUZA, A. L. S.; CHAPANI, D. T. Teoria crítica de Paulo Freire, formação docente e o ensino de ciências nos anos iniciais de escolaridade. **Revista Lusófona de Educação**, 25, 119-133, 2013.

- SOUZA, E, C (Org.). **Autobiografias, histórias de vida e formação: pesquisa e ensino**. Porto Alegre: EDPUCRS; Salvador: EDUNEB, 2006, 372 p.
- SOUZA, M. A.; SILVA, M. M. P.; BARBOSA, M. F. N. Os catadores de materiais recicláveis e sua luta pela inclusão e reconhecimento social no período de 1980 a 2013. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** v.13, n.5, dez. 2014, p.3998-4010.
- STEFFAN-DEWENTER, I. S. S. G.; POTTS, L.; PACKER, L. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 20, n. 12, dec. 2005.
- TAMAYO, O., LÓPEZ, J.; ZULUAGA, Y. **Pensamiento crítico en la aula de ciencias**. Manizales: Editorial Universidade de Caldas, 2014.
- TANAUE, A, C, B et al. Lixo Eletrônico: Agravos a Saúde e ao Meio Ambiente. **Revista Ensaios e Ciencia: Ciências Biológicas Agrárias e de Saúde**, v.19, n.3, p. 130-134, 2015.
- TARDIF, M. Saberes Docentes e Formação Profissional. 8a edição Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.
- TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de Saúde Pública** vol.17, p. 12-36, 2001.
- TAVARES, S. S.; BENEDITO, G. S. C., MUENCHEN, C. Armas: segurança ou
- TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R, M. Construção de Práticas Didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um Programa de Formação Continuada de Professores de Ciências do Ensino Básico. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 191-211, 2005.
- 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, p. 163-242, 2013.
- TORRES MERCHAN, N. Y. **Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: un estudio en escenarios de formación docente**, 2014, f. 374 (Tese). Doutorado em investigação em didática. Universidade de Valencia. Valência, 2014.
- TORRES, J. R. **Educação Ambiental Crítico-Transformadora e Abordagem Temática Freireana**. 2010. 230f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). UFSC. Florianópolis. 2010.
- TORRES, J. R. **Educação ambiental crítico-transformadora e abordagem temática freireana**. 2010. 456 f. Tese (Doutorado). PPGECT: UFSC, Florianópolis, 2010.
- TORRES, J. R.; DELIZOICOV, D. Contribuições da Abordagem Temática Freireana para a Educação Ambiental no contexto formal. In: **Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental**. 2009, São Carlos/SP: UFSCar, p. 234-243, 2005.
- TORRES, N.; SOLBES, J. Pensamiento crítico desde cuestiones sócio-científicas. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 59-75.
- TREIN, E. A contribuição do pensamento marxista à educação ambiental. In: LOUREIRO, Carlos Frederico B. (Org). **A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação ambiental**. Rio de Janeiro: Quartét, 2007.
- TAVARES, S. S.; BENEDITO, G. S. C., MUENCHEN, C. Armas: segurança ou insegurança?: uma experiência com o ensino de Física. In: **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013.
- UEDA, M. H.; PORTO, R. B.; VASCONCELOS, L. A. Publicidade de Alimentos e Escolhas Alimentares de Crianças. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Vol. 30 n. 1, pp. 53-61, 2014.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA. Projeto Político Pedagógico: Amargosa, 2008. P.45.
- VALE, D. Sem bala mágica: cidadania e participação social no controle de *Aedes aegypti*. **Revista de Epidemiologia Serv. Saúde** v.25 n.3, p. 23-45, 2016.
- VARSAVSKY, O. **Por uma Política Científica Nacional**. Rio de Janeiro – RJ: Paz e Terra, 1976.

- VEIGA, I. P. A. Inovações e projeto político-pedagógico: uma relação regulatória ou emancipatória?, **Cadernos Cedes**, v. 23, n. 61, p. 267-281, 2003.
- VIEIRA, R. As Comunidades Online na Promoção de Pensamento Crítico em Didática das Ciências. **Coleção Educação e Formação – Cadernos Didáticos**, v. 3, n. 1, p. 25-37, 2018.
- VIEIRA, R. M., TENREIRO-VIEIRA, C. Práticas Didático-Pedagógicas de Ciências: Estratégias de Ensino / Aprendizagem promotoras do pensamento crítico. **Revista Saber & Educar**, n.20, p. 34-41, 2015.
- VIEIRA, R. M., TENREIRO-VIEIRA, C. Princípios e orientações na formação de professores em CTS. **Revista Uni-Pluri/Versidad**. v.14, p. 45-56, número extra, 2014.
- VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Org.) **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: UnB, 2011. p. 161-184.
- VIRGÍNIO, A, S. **Educação, desigualdade e Covid-19**. UFRGS, Porto Alegre, 2020.
- VISSICARO, S. P.; FIGUEIRÔA, S. F. M.; ARAÚJO, M. S. de. Questões sociocientíficas nos anos iniciais do Ensino Fundamental: o tema água em evidência. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1596-1609, 2016.
- VIVEIRO, A. A. **Atividades de campo no ensino das ciências: investigando concepções e práticas de um grupo de professores**. 2006. 174 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.
- VON LINSINGEN, I. **Prefácio**. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 11-14.
- WINNER, L. **La ballena y el reactor: un búsqueda de los limites en la era de la alta tecnologia**. Barcelona: Gedisa, 1987.
- XAVIER, R, L. et al., Conteúdos procedimentais e atitudinais no ensino de ciências: uma revisão de literatura em publicações brasileiras (1998-2015). **Revista de Educação, Ciências e Matemática** v.7 n.2, p. 2238-2380, 2017.
- ZABALA, A; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- ZACARIAS, R. “Sociedade de Consumo”, ideologia do consumo e as iniquidades socioambientais dos atuais padrões de produção e consumo. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). **Repensar a educação ambiental: um olhar crítico**. São Paulo: Cortez, 2009. p. 119-139.
- ZAN, D.; MAZZA, D. Escola sem Partido é possível? *Jornal da UNICAMP*, Capinas, 05 de dez, 2018.
- ZANCUL, M. S.; COSTA, S. S. Concepções de professores de ciências e de biologia a respeito da temática educação em saúde na escola. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.7, n.2, p.67-75, 2012.
- ZEICHNER, K.M. Teacher research as professional development for P-12 educators in the USA. **Educational Action Research**, v. 11, n. 2, p. 301–25. 2002.
- ZEIDLER, D. *et al.* Beyond STS: A Research-based Framework for Socioscientific Issues Education, **Science Education**, n. 89, p.357–377, 2005.
- ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific issues: theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF03173684>>. Acesso em: 29 nov. 2017.
- ZORZAN, M.; BERTAN, F, A, B. Abordagem da problemática do lixo eletrônico em uma escola estadual de dois vizinhos – PR: pequenas atitudes que podem fazer grande diferença. In: **Atas do IV Congresso Nacional de Educação**. Paraná, 2017.

APÊNDICE A
ROTEIRO DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PROBLEMA LOCAL

ROTEIRO PARA IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PROBLEMA LOCAL NA
COMUNIDADE

Ao olhar para o seu entorno, levem em consideração as seguintes questões:

1. Qual a comunidade visitada?

2. Que aspectos desta comunidade você considera como problemáticos?

3. Que características configuram esses aspectos como um problema?

4. É um problema controverso, ou seja, envolve diferentes opiniões?

Sim _____

Não _____

Justifique:

5. Este problema tem relação com ciência e tecnologia?

Sim _____

Não _____

Justifique:

6. Este problema tem relação com a disciplina escolar de Ciências Naturais?

Sim _____

Não _____

Justifique:

7. Este problema tem relação com outras disciplinas escolares? Justifique sua resposta.

8. Este problema gera impactos na sociedade?

Sim _____

Não _____

Justifique sua resposta:

Obs: Se as respostas forem afirmativas para as questões de 4 a 8 continue investigando esse problema. Do contrário, busque identificar um problema na comunidade que atenda estes requisitos.

9. Pessoas que vivem nessa comunidade percebem esses aspectos como problema ou só você percebe? (selecione seis pessoas, três de cada sexo, e de três faixas etárias diferentes)

10. Todo mundo é prejudicado igualmente pelo problema? (Na sua visão e na visão dos entrevistados).

11. Quem são os culpados pelo problema? (Na sua visão e na visão dos entrevistados)

12. Na sua opinião, qual o nível de complexidade envolvida na solução do problema?

Baixa complexidade ____

Média complexidade ____

Alta complexidade ____

Justifique sua resposta.

13. Projetos de intervenção escolar poderiam ajudar na resolução deste problema? Justifique sua resposta.

APÊNDICE B**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

Eu, _____, estou sendo convidado (a) a participar de um estudo denominado: **ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS SOB O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE NA FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS EM PEDAGOGIA COM BASE NOS IDEAIS FREIREANOS**. Nosso objetivo principal é: analisar as contribuições da abordagem de questões sociocientíficas sob o enfoque CTSA na formação integral com base na pedagogia freireana para a formação de licenciandos em Pedagogia.

A minha participação no referido estudo será no sentido de construir uma sequência didática com base em uma QSC em colaboração com uma professora da escola básica e aplicar a mesma. Serei responsável também por anotar em caderno de campo, todas as informações do processo de construção e aplicação da sequência didática, além de gravar e filmar o momento da aplicação da sequência didática. Todos os dados produzidos por mim, poderá ser utilizado pela professora pesquisadora.

Recebi os esclarecimentos necessários sobre as fases desta pesquisa, portanto, a mesma não traz nenhum risco de qualquer natureza que possam decorrer da participação na pesquisa. Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo. Fui informado também que a construção em sala de aula da sequência didática será gravada e filmada, a fim de obter dados seguros e fidedignos sobre a pesquisa. Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de que, caso deseje sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo.

A pesquisadora envolvida com o referido projeto é Maria Aparecida da Silva Andrade da Universidade Federal da Bahia e com ela poderei manter contato pelos telefones (71) 985252360. Este estudo é orientado e co-orientado respectivamente pela Professora Dr. Rosiléia de Oliveira e pelo Professor Dr. Nei Nunes-Neto, ambos são professores e pesquisadores na mesma instituição de

ensino. É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação. Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de tudo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Ressaltamos que a Universidade Federal da Bahia concederá um certificado com a carga horária correspondente ao período da pesquisa e ainda, por ser um trabalho colaborativo, a professora que participará da pesquisa poderá entrar como co-autora na publicação de artigos frutos desta pesquisa.

Amargosa..... de de 2019. _____

Nome e assinatura do pesquisado

Nome e assinatura do pesquisador responsável

APÊNDICE C**QUESTIONÁRIO PARA ALCANCE DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
LICENCIATURA EM PEDAGOGIA

**Questionário**

Disciplina: Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais

Docente: Maria Aparecida da Silva Andrade

1. Para você qual é a principal função da escola?
2. Para você como a Ciência é produzida?
3. Você considera que a Ciência se relaciona com tecnologia, sociedade e ambiente? Justifique?
4. A Ciência e a Tecnologia buscam sempre o bem-estar social? Diga se você concorda ou discorda e justifique sua resposta.
5. A sociedade pode questionar as produções da Ciência e da tecnologia?
6. Você acha que os cientistas se preocupam com os efeitos das suas produções? Exemplifique.
7. Por que ensinar Ciências nos anos iniciais?
8. O que você acha importante aprender em Ciências?
9. É possível relacionar os conteúdos científicos com o cotidiano dos alunos nos anos iniciais? Justifique.
10. Ensinar Ciências envolve dificuldades?
11. Quais estratégias e recursos didáticos você utilizaria em aulas de Ciências?
12. Você conhece os princípios do educador Paulo Freire?
13. Você considera que estes princípios são aplicáveis a educação infantil e séries iniciais? Você utilizaria princípios desse ideário em suas aulas?
14. De que forma? Para você o que seria um ensino crítico? Seria possível realizá-lo em sala de aula na educação infantil e séries iniciais? De que forma?

APÊNDICE D

PROPOSTA DE ENSINO COM BASE EM UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA

ANALISADA NA PESQUISA

Os impactos socioambientais gerados pela produção de lixo eletrônico

Caso: Seguir padrões é mesmo necessário?

Em um Bairro na cidade de Mutuípe na Bahia, existe um local onde as crianças costumam ir para brincar, neste espaço que acabou se tornando uma pracinha, há também alguns moradores que costumam depositar lixos principalmente eletrônicos como por exemplo, computadores, celulares e tablets que apresentam alguns defeitos ou não os servem mais.

Muitas crianças brincam neste local, exceto Mariana e Juninho que passam grande parte do dia em suas respectivas casas com seus aparelhos celulares acessando a rede social ou jogando. Certo dia faltou internet na residência de ambos e os dois decidiram ir à pra a pracinha, pois lá é disponibilizado wi-fi livre pela prefeitura, ao chegar ao local Mariana foi logo mostrando para Juninho o seu celular novo que havia ganhado de presente no seu aniversário de nove anos que foi no domingo passado.

Mariana __ Olha Juninho meu celular novo, é lançamento 2018, mamãe me deu de presente, tem flash na câmera frontal, tiro muitas selfies com ele, selfie ta tão na moda!

Juninho __ Poxa Mari, que legal, eu vi este celular passando na TV, ele tem muitas funções dahora! É uma pena eu ainda estar com meu celular antigo e ele não tirar selfies!

Mariana __ Vixe Juninho, você esta ficando para trás, peça um celular novo a sua mãe.

Neste momento, Juninho sentiu vergonha do seu celular, despediu-se e foi para casa, ao chegar lá pediu um celular novo para sua mãe, e ela explicou as dificuldades financeiras que estavam passando, porém não queria ver seu filho triste, sendo assim fez um esforço e comprou o celular para presentear-lo no dia das crianças. Juninho ficou muito feliz!

E foi até a praça tirar varias selfies para publicar em sua rede social, lá encontrou o seu amigo Pedro e começaram a conversar

Juninho __ oi Pedro, olha meu celular modelo novo que ganhei de presente, não aguentava mais o antigo, esse é muito melhor olha quantas funções!

Pedro__ Tem muitas funções mesmo Juninho, mas, o seu celular antigo não foi comprado ano passado? Lá em casa minha família não tem condições financeiras para acompanhar estas inovações tecnológicas, só trocamos de celular quando os nossos celulares não têm mais concerto, E depois do que aconteceu com seu João, vixe! Não vou trocar de celular tão cedo.

Juninho__ O que aconteceu com seu João?

Pedro__ O seu João catador aqui do nosso bairro esta muito doente, minha mãe que esta cuidando dele, pois sua família mora distante e ela me contou que ontem o medico deu diagnostico de câncer no pulmão causado pelo contato direto com uma substancia química chamada arsênio, presente naqueles aparelhos que ficam no lixão perto da pracinha, a saúde dele não esta nada boa, estamos preocupados! Por isso Juninho pense bem se acompanhar estas tendências é algo bom mesmo!

E se você fosse Juninho, o que faria?

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

CONCEITUAIS:

Compreender que a rápida evolução dos produtos tecnológicos atrelado ao consumo exagerado aumenta a quantidade de lixo produzido, causando danos a água ao mar e para a sociedade humana.

Compreender como o arsênio interfere na cadeia alimentar causando desequilíbrio ambiental, bem como entender quais efeitos esse metal pesado traz para o corpo humano.

Quais os benefícios e as divergências do uso da ciência e tecnologia proporcionam em um legado para a sociedade.

Analisar o desequilíbrio na fauna, flora, espaço geográfico e desenvolvimento humano e as causas determinantes referentes as ações de produção capitalista e neoliberal, correlacionando as ocorrências fruto da ligação entre extração, desmatamento e desastre ecológico e escassez de recursos naturais.

Refletir sobre os aspectos da produção em larga escala das grandes empresas, quando existe a obsolescência programada, e o que resulta na sociedade a ação da indústria.

PROCEDIMENTAIS:

Identificar valores morais envolvidos no consumo exagerado

Identificar através da leitura e discussão de reportagens reais, que a má utilização dos recursos tecnológicos pode resultar em tragédias ambientais

Analisar a relação existente entre o desastre ambiental de Mariana-Mg com os surtos de zika vírus e febre amarela

ATITUDINAIS

Adoção do pensamento crítico e reflexivo sobre a ideologia consumista, e o incentivo dado a mesma pelos meios de comunicação

Reconhecer valores éticos e morais permitindo auto avaliação de suas ações a fim de compreenderem que são sujeitos ativos desta sociedade e que podem modificá-la

Ampliar o poder de escolha e tomada de decisão da população para exigir responsabilidade socioambiental das empresas em referência aos meios de produção em seus estágios de matéria-prima, extração, fabricação e escoamento do produto para o mercado consumidor

Reconhecer o papel do catador no processo de reciclagem do lixo eletrônico.

Adotar postura de responsabilidade com o lixo produzido, tendo em vista o bem-estar social

QUESTÕES NORTEADORAS: Esta situação é comum nos dias atuais? Você concorda com a atitude de Juninho? E a postura de sua mãe foi correta? Por que produzimos tanto lixo? Quem produz mais lixo? De quem é a responsabilidade pelo destino correto do lixo? O que o lixo pode causar para o solo, água, ar e para a saúde humana? Qual o efeito da radiação no corpo humano? Quem sofre mais com o acúmulo de lixo no ambiente? Como a tecnologia tem nos influenciado no consumo de bens materiais como os celulares, tablets e computadores? Qual o objetivo da mídia ao nos mostrar todos os dias novos aparelhos? Quem é beneficiado com este consumo? Quem é mais prejudicado? E a ciência, tem papel nisto?

Script descritivo

Bom dia turma! Na nossa aula de hoje vamos trabalhar com o tema consciência ambiental, lixo eletrônico e outros que vão surgir conforme a realização das nossas atividades. A questão do lixo é um dos grandes problemas das cidades brasileiras e está diretamente ligada ao modelo de desenvolvimento que vivemos e ao incentivo do consumo, pois muitas vezes adquirimos coisas que não são necessárias, e tudo que consumimos pode produzir impactos no meio ambiente. Muitas vezes ao falarmos do lixo nos referimos somente ao lixo que produzimos na nossa casa, como lixo orgânico, materiais como papel, plástico, vidro e eletrônicos mais devemos também refletir sobre o que nos leva a produzir tanto lixo. Para entendermos melhor sobre o assunto iremos da sequência a nossa aula fazendo a leitura de um texto que tem como tema “seguir padrões é mesmo necessário?” e em seguida discutiremos junto esse texto. (Leitura do texto). O que vocês acharam do texto? Vocês acham que esta situação é comum nos dias atuais? (Resposta dos alunos). Vocês concordam com a atitude de Juninho? E se fosse vocês o que fariam? E a postura de sua mãe foi correta? Quando agimos dessa forma estamos contribuindo para a produção de mais lixo eletrônico, degradando o meio ambiente. Isso na tentativa de se enquadrar a um padrão de consumo das novas tecnologias. Vocês sabem que os bens de consumo que compramos como: os eletrodomésticos, eletroeletrônicos são feitos para durarem menos tempo, fazendo com que nos consumidores adquira sem consciência novos produtos? E na opinião de vocês caso Juninho venha a descartar este aparelho no ambiente, quais impactos para o ambiente ou para as pessoas este descarte pode ocasionar? (resposta dos alunos). Esse tipo de lixo contém metais, arsênio, cobre alumínio, cádmio e outros materiais que podem trazer sérios danos a nossa saúde e ao meio ambiente, quando descartado de forma incorreta o lixo que contém esses

metais, acabam poluindo o solo, a água e o ar e desta forma contamina os organismos vivos. Se pensarmos além dos danos ambientais perceberemos que nossa saúde pode ser afetada, mesmo sem entrar em contato direto com resíduos químicos presentes nesses tipos de lixo, porque, por exemplo o solo contaminado afeta o alimento que vem para nossa mesa, na água que chega pela torneira, também pode haver vestígios desses produtos, além de causar doenças nos sistemas nervoso, cardiovascular e respiratório. Vocês já ouviram falar em arsênio, para vocês o que seria isso? (resposta dos alunos). O arsênio é um elemento químico que está associado aos minérios contendo metais e cobre, que pode entrar em contato com o ambiente durante o processo de mineração e fundição. Este elemento químico causa a poluição das águas e do solo trazendo como consequências graves problemas para a humanidade, influenciando também no equilíbrio ambiental, causando a morte de seres vivos que inibem o surgimento de alguns mosquitos que causam arboviroses. Sabiam que causa doença? A intoxicação por arsênio traz efeitos tóxicos agudos ou crônicos ocasionando diferentes patologias como: doenças cardiovasculares, distúrbios do sistema nervoso, câncer de pele, conjuntivite, entre outras doenças. Além disso o lixo eletrônico também libera radiação causando efeito danos nas células do nosso corpo, vocês sabiam? A radiação pode causar riscos à saúde, pois possui a capacidade de alterar as características físico-químicas das células, que pode causar dois tipos de danos ao corpo, e um deles é a destruição das células com o calor e outro com sistema e organização e fragmentação divisão da célula que emitido pela radiação é tão forte que pode queimar bem mais do que a exposição muito tempo ao sol, portanto o contato com partículas radioativas pode deixar a pele totalmente danificada porque ela não resiste ao calor emitido pela radiação. Além disso, a ionização e fragmentação celular podem causar problemas genéticos durante a gestação como problemas de e má formação.

O problema do Lixo Eletrônico começa com a produção e o consumo, e com o incentivo da mídia, a indústria de eletroeletrônicos produzem aparelhos cada vez mais modernos e a mídia acaba convencendo as pessoas de que precisam trocar seus computadores, celulares como foi o caso de Mariana e Juninho, câmeras e outros equipamentos em períodos cada vez mais curtos. Antigamente os produtos eram produzidos para durar mais, agora devido à grande demanda, os produtos são fabricados para durar cada vez menos o que acaba gerando muito mais lixo. (utilizar slides de imagens) vamos observar essas imagens dos slides com a evolução de diferentes aparelhos até o modelo atual que utilizarmos, vocês sabe o motivo pelo qual foram criados tantos aparelhos tecnológicos? (resposta dos alunos). Usamos a tecnologia em várias ações que realizamos no nosso dia a dia, desde um exame que fazemos utilizando um aparelho medico a uma ligação telefônica ou

troca de mensagens em redes sociais, podemos dizer que elas foram criadas devido à necessidade das pessoas se comunicarem a longa distância, de descobrir e curar doenças, para facilitar atividades doméstica, criar novas formas de transporte como o avião, os carros e de comunicação. Para vocês, quem cria essas tecnologias? (resposta dos alunos) esses aparelhos e recursos tecnológicos são criados por empresas que possuem muito capital financeiro, ou seja, eles têm muito dinheiro para investir em novas tecnologias, mas precisamos saber que eles têm interesses próprios por trás dessa produção, que é o de vender cada vez mais aparelhos, para que suas empresas cresçam financeiramente, muitas vezes o mal uso dos recursos tecnológicos podem gerar sérios problemas como a criação de bombas, a poluição do ar e contaminação do solo e de rios. (mostrando no slide imagens de tecnologias que possuem esses dois aspectos). Agora vamos pensar nos aparelhos que temos na nossa casa, quais são eles? Percebem como somos cercados pela tecnologia? Quem aqui usa celular, computador, vídeo game, gosta de assistir TV, ou possui brinquedos eletrônicos?(resposta dos alunos) o que fazemos quando acreditamos que esses produtos estão velhos e não servem mais? (resposta dos alunos), alguém de vocês sabe o que é lixo eletrônico? O lixo eletrônico é todo o descarte de equipamentos e dos seus resíduos por serem considerados velhos ou ultrapassados, como celulares, computador, rádio, TV, brinquedos eletrônicos, baterias, refrigerador, lâmpadas e vários outros produtos que foram pensados para facilitar a vida das pessoas e que nos últimos anos tem se tornado descartável devido à indústria criar novos aparelhos com configurações mais avançadas a cada dia. O que vocês acham que pode acontecer com o meio ambiente com esses materiais sendo descartados de forma incorreta no solo? (mostrar no slide imagens que demonstram lixo eletrônico descartado de forma incorreta, podendo causar doenças, poluição e contaminação do solo), como falamos anteriormente, muitos desses materiais que são utilizados na fabricação dos aparelhos possuem substancias que contaminam o solo, a água, o ar e também podem causar doenças graves, quando deixamos objetos que podem acumular água, como por exemplo, fogão, refrigerador, brinquedos quebrados, liquidificador e vários outros expostos no ambiente podem se tornar focos do mosquito *aedes aegypti* mais conhecido como dengue. Vocês conhecem alguém que já foi picado pelo mosquito da dengue? (resposta dos alunos), além da dengue esses aparelhos ao serem dispensados de forma incorreta, causam outros problemas de saúde tão complicados como este (no slide imagem de focos do mosquito *Aedes aegypti* e de outras doenças causadas por substancias presentes nos aparelhos).

O que poderia ser feito com esses aparelhos que não funcionam, de forma que não agredisse o meio ambiente e sem causar danos à saúde? (imagens no slide de soluções alternativas para o lixo eletrônico), (resposta dos alunos). Porque será que queremos tanto trocar de aparelho celular quando

um modelo novo é fabricado? Nessa charge (apontando e fazendo a leitura da charge sobre o consumismo exagerado e a influência da mídia) a gente pode perceber que a indústria que produz esses equipamentos eletrônicos investe em novidades tecnológicas que até então não existiam como um celular maior e com espessura mais fina, uma câmera de melhor qualidade, e a capacidade maior de armazenamento de fotos e vídeos e por ser consideradas novidades, novos lançamentos faz com que as pessoas sintam a necessidade de comprá-los sendo que o seu aparelho anterior ainda estava em boas condições, essa compra exagerada acaba por produzir cada vez mais lixo e aumenta a quantidade de produtos novos a serem fabricados porque beneficiam as indústrias que os produzem fazendo com que elas lucrem cada vez mais. Vocês sabiam que para produzir aparelhos como um chip é utilizado uma grande quantidade de água? Essa grande quantidade de recursos naturais que são utilizados para a fabricação dos nossos celulares, computadores, máquina de lavar, televisão, rádio entre outros causam graves danos ao ecossistema. Além da poluição do ar, dos rios com a consequente morte dos peixes, a contaminação do solo que faz com que ele não sirva para plantar alimentos da agricultura familiar. Vocês se lembram das substâncias tóxicas que falamos anteriormente que estão presente no lixo eletrônico? O arsênio, o mercúrio e várias outras penetram no solo e no lençol freático contaminando a água, os rios e impedindo o crescimento dos animais e das plantas, e isso causa um empobrecimento do solo pela perda de nutrientes fundamentais para a plantação. Sabiam que esse ciclo afeta todos na sociedade? Se o solo se torna contaminado e improdutivo o pequeno agricultor não vai conseguir manter a sua plantação, que por muitas vezes é a única renda da sua família, e isso também nos afeta diretamente porque a um longo prazo com toda essa contaminação a produção de alimentos provenientes da agricultura familiar que é o que compramos estará cada vez mais reduzida, sendo que a plantação que foi contaminada não pode ser ingerida, por causa dos danos a saúde que falamos anteriormente. Li recentemente em um jornal online que o Brasil é um dos países que mais produz lixo eletrônico na América Latina será que não poderíamos assumir um consumo mais responsável e trocar os nossos aparelhos eletrônicos apenas quando eles parassem de funcionar e não comprar o último lançamento? Agora vamos distribuir para vocês alguns panfletos e revistas com aparelhos tecnológicos a venda para fim de observarmos a variedade dos novos lançamentos expostos no mercado. Depois vocês irão recortar três desses aparelhos que há na suas casas ou que tenham vontade de comprar e colar nos cadernos. (deixar um tempo para que os estudantes realizem a colagem), terminaram? Agora, vamos conversar sobre essa atividade. Quais produtos vocês escolheram para comprar (resposta dos alunos), e qual o motivo da escolha de vocês?(resposta), existe diferença desse modelo atual para o anterior que há na casa de vocês e o que seria feito com esse mais

“velho” (resposta dos alunos). Muitas vezes quando compramos novos aparelhos jogamos o anterior no lixo, mas vocês sabiam que existe uma lei federal que determina que as empresas fabricantes devem fornecer para nos consumidores postos de coletas para esses aparelhos ou para algumas peças como as baterias, circuitos, as pilhas, partes de computadores e outros que se tornaram inutilizados? Isso é chamado de Política Nacional de Resíduos Sólidos, mas é bastante difícil encontrá-los nas cidades. Sendo que o descarte de lixo é de responsabilidade de todos na sociedade, desde o governo que recebe os impostos pela venda dos produtos, a empresa que produz e nos que compramos e novamente cabe aos órgãos governamentais responsáveis fiscalizar a existência desses postos e o cumprimento da lei. E quem mais sofre com isso tudo somos nós que ficamos vulneráveis a doenças, a contaminação, a prejuízos na agricultura e principalmente os catadores de materiais recicláveis podendo desenvolver casos de dengue, e outras doenças também causadas pelo contato direto com alguns elementos presentes na composição dos aparelhos, para os catadores de material reciclável o lixo funciona como uma espécie de geração de emprego e renda, envolvendo questões sociais, ambientais e de saúde pública, mas é preciso ter cuidado e uma consciência ambiental porque vários materiais podem ser prejudiciais para a saúde quando se tem um contato direto, como as substâncias químicas e até mesmo o vidro e o metal.

A próxima atividade será uma discussão coletiva, queremos que vocês se dividida em três grupos, cada grupo receberá uma reportagem diferente com os seguintes temas: o acúmulo de resíduos sólidos, o rompimento da barragem de Mariana em MG, proliferação do mosquito da dengue - *Aedes aegypti* no Brasil. Essas reportagens falam sobre problemas ambientais, sociais, onde vocês irão ler e escrever em uma folha de ofício as repostas para as seguintes questões: (fazer a leitura das questões na aula) - Quais os problemas encontrados na notícia que receberam? Este acidente poderia ser evitado? Quais os impactos da tragédia para a sociedade? Como a ciência e a tecnologia poderiam contribuir para solucionar esses problemas? Quem ficou com a reportagem sobre os resíduos sólidos? Nela vocês vão responder quais são os impactos dos resíduos produzidos pela nossa sociedade no meio ambiente? Quais as contribuições da tecnologia e das ciências para este caso? (discutiremos sobre a reciclagem) e como a tecnologia auxilia no aumento da produção de lixo? (na discussão falar sobre o poder das grandes empresas e a influência da mídia sob o consumismo desenfreado). E o grupo que ficou com a reportagem sobre o rompimento da barragem de Mariana em Minas Gerais, ficará com as seguintes perguntas: O que provocou esse rompimento? Essa inundação causou danos aos ambientes? Quais? O que poderia ser feito para evitar esses danos? Quais pessoas mais foram prejudicadas com essa situação? Qual a importância do minério de ferro para a sociedade? Quando

terminarem de responder vamos socializar as reportagens com os demais colegas e fazer uma discussão das respostas de cada grupo. (após os alunos realizarem a atividade proposta) Então, como podemos perceber após a leitura das reportagens e vocês responderem os questionamentos que o minério de ferro está tão presente em nosso dia a dia que é quase impossível desassociá-lo de nossas vidas, ele é a principal matéria-prima do aço, e podemos encontrá-lo, por exemplo, nos automóveis, eletrodomésticos, na estrutura de nossas casas, escolas, hospitais, estradas, viadutos, ferramentas (industriais, médicas), máquinas, além de possuir várias outras aplicações. Entretanto é preciso nos conscientizar que para viabilizar a vida moderna é necessário produzir de maneira econômica, social e ambientalmente responsável o minério de ferro. Ele proporciona todo o conforto e a qualidade de vida que a modernidade pode gerar.

E sobre as ações da mineradora o que vocês acharam? O que pensam sobre o assunto? (resposta dos alunos referente as questões anteriores). O processo de escoamento pelos dutos da barragem de Santarém alterou o suporte e contenção do solo resultando em uma rachadura devido a alta concentração de água em forma de barragem, a existência dos 400 km de canais no subsolo também influenciaram para causar uma instabilidade no terreno. O volume de minério extraído é associado em uma espécie de polpa com água para deslizar nos dutos foi muito grande em comparação ao ano anterior.

TEXTOS BASE PARA REFLEXÃO.

AÇÕES DA SAMARCO

A mineradora Samarco investiu R\$ 6,4 bilhões, entre 2012 e este ano, para aumentar em 37% sua produção de pelotas de minério de ferro em Mariana (MG), palco da tragédia que matou 12 pessoas até o momento. Outras 11 estão desaparecidas.

De acordo com o relatório de sustentabilidade 2014 da mineradora, a produção de pelotas de ferro aumentou em 9,5 milhões de toneladas, alcançando uma produção de 25 milhões de toneladas na mina de Germano em 2014, 15% a mais do que no ano anterior. O volume de rejeitos, por sua vez, aumentou cerca de 3 milhões de toneladas, atingindo um total de 21,9 milhões de toneladas em 2014.

A capacidade do minério duto também foi ampliada. As três linhas de dutos, com 400 quilômetros de extensão cada uma delas, viajam numa velocidade média de seis quilômetros por hora, passando por 22 municípios de Minas Gerais e três do Espírito Santo.

No relatório ambiental 2014, a Samarco ainda diz ter investido, em 2014, R\$ 88,3 milhões na gestão de riscos ambientais, além de R\$ 453 milhões nos últimos cinco anos, com o objetivo de aumentar a segurança nas atividades de maior risco, incluindo a barragem de rejeitos.

De acordo com o relatório, em 2014, o uso total de água nova na mina de Germano foi de 29 milhões de metros cúbicos, 74% acima do registrado no ano anterior. O crescimento é explicado pela entrada da barragem de Santarém no processo produtivo, como uma fonte de água nova. A barragem de Santarém foi tomada pela lama de rejeitos que se formou após o rompimento da barragem de Fundão.

Ainda de acordo com o relatório, a primeira etapa do processo de produção da companhia é a extração de minério de ferro, realizada em minas a céu aberto na unidade de Germano, entre os municípios de Mariana e Ouro Preto (MG).

O relatório explica que 70% do minério extraído é enviado por meio de um sistema de correias transportadoras, sendo conduzido aos concentradores, onde é realizado o beneficiamento da pelota de minério de ferro e ampliado seu teor de ferro.

Na seqüência, o minério passa por uma etapa de espessamento (um ajuste na porcentagem de sólidos), com o acréscimo de 30% de água, e enviado, como polpa, de Minas Gerais até o Espírito Santo, por meio dos minerodutos.

Os rejeitos e estéreis ficam na unidade de Germano, armazenados em barragens e pilhas de estéril, seguindo a legislação ambiental vigente, diz o relatório da Samarco.

Texto 2: PARA BIÓLOGA, SURTO DE FEBRE AMARELA PODE TER RELAÇÃO COM TRAGÉDIA DE MARIANA

Pesquisadora observa que cidades com casos estão na rota de rejeitos e destaca mudanças ambientais bruscas

O aumento de casos suspeitos de febre amarela em Minas pode estar relacionado à tragédia de Mariana, em 2015, segundo a bióloga da Fiocruz Márcia Chame. A hipótese tem como ponto de partida a localização das cidades mineiras que identificaram até o momento casos de pacientes com sintomas da doença. Grande parte está na região próxima do Rio Doce, afetado pelo rompimento da Barragem de Fundão, em novembro de 2015.

“Mudanças bruscas no ambiente provocam impacto na saúde dos animais, incluindo macacos. Com o estresse de desastres, com a falta de alimentos, eles se tornam mais suscetíveis a doenças, incluindo a febre amarela”, afirmou a bióloga, que também coordena a Plataforma Institucional de Biodiversidade e Saúde Silvestre na Fiocruz. “Isso pode ser um dos motivos que contribuíram para

os casos. Não o único”, completa. Márcia observa que essa região do Estado já apresentava um impacto ambiental importante, provocado pela mineração. “É um conjunto de coisas que vão se acumulando”, disse.

Além dos casos em Minas, foram notificadas também mortes de macacos na região próxima da cidade capixaba de Colatina, também afetada pelos reflexos do acidente de Mariana. Não há ainda comprovação de que os macacos dessa área morreram por febre amarela. Técnicos estão no local para investigar as causas dos óbitos. O Espírito Santo integra atualmente o grupo de 8 Estados que são considerados livres de risco para a febre amarela.

Márcia afirma que os episódios deste ano se assemelham aos que foram registrados em 2009, quando um surto de febre amarela foi identificado no Rio Grande do Sul, área que por mais de 50 anos foi considerada livre da doença. “Ambientes naturais estão sendo destruídos. No passado, o ciclo de febre amarela era mantido na floresta. Com a degradação do meio ambiente, animais acabam também ficando mais próximos do homem, aumentando os riscos de contaminação.”

Na floresta, o vetor da febre amarela é o inseto *Haemagogus*. Ao picar um macaco contaminado, o mosquito recebe o vírus e, por sua vez, passa a transmiti-lo nas próximas picadas. Quando um homem sem estar vacinado entra nesse ambiente, ele também pode fazer parte do ciclo: transmitir ou ser infectado pela picada do mosquito. Essa corrente aumenta quando animais, por desequilíbrios ambientais, deixam seus ambientes e passam a viver em áreas mais próximas de povoados ou cidades. “Com o desmatamento, animais também se deslocam, aumentando o risco de transmissão.”

Para a coordenadora da Fiocruz, a curto prazo a medida a ser adotada é reforçar a vacinação nas áreas de risco. O imunizante, embora seguro, deve ser aplicado de acordo com as recomendações de autoridades sanitárias e, em caso de pacientes com doenças que afetam o sistema imunológico, de acordo com a orientação do médico. A médio prazo, completa a bióloga, é essencial a manutenção de unidades de conservação. “Os animais têm de ter espaço para viver, evitando assim a migração para áreas próximas de centros urbanos”, disse. “Animais agem como filtros de doenças.”

Samarco. A Fundação Renova, criada pela Samarco para coordenar ações de reparação na área atingida pelo desastre de Mariana, não se manifestou sobre as declarações da bióloga da Fiocruz. Por meio de nota, informou estar em curso um diagnóstico sobre a biodiversidade na região. “Todas as informações que tenham aderência às ações em andamento serão incorporadas pela Fundação”.