



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Pró- Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PRPPG
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – PPGEC
Nível Mestrado

**CONTRIBUIÇÕES DA ARTICULAÇÃO ENTRE A EDUCAÇÃO
PROBLEMATIZADORA DE PAULO FREIRE E A EDUCAÇÃO CTSA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA À LUZ DA INVESTIGAÇÃO TEMÁTICA**

WILSON ANTONIO DA SILVA

RECIFE - PE

2023

WILSON ANTONIO DA SILVA

**CONTRIBUIÇÕES DA ARTICULAÇÃO ENTRE A EDUCAÇÃO
PROBLEMATIZADORA DE PAULO FREIRE E A EDUCAÇÃO CTSA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA À LUZ DA INVESTIGAÇÃO TEMÁTICA**

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

Linha de pesquisa: Ensino e aprendizagem de Ciências e da Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme

RECIFE – PE

2023

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

- S586c da Silva, Wilson Antonio
Contribuições da articulação entre a Educação Problematicadora de Paulo Freire e a Educação CTSA para o Ensino de Química à luz da Investigação Temática / Wilson Antonio da Silva. - 2023.
220 f. : il.
- Orientadora: Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, 2023.
1. Educação em Ciências. 2. Educação Problematicadora. 3. Abordagem CTSA. 4. Investigação Temática. 5. Eletroquímica. I. Firme, Profa. Dra. Ruth do Nascimento, orient. II. Título

CDD 507

WILSON ANTONIO DA SILVA

**CONTRIBUIÇÕES DA ARTICULAÇÃO ENTRE A EDUCAÇÃO
PROBLEMATIZADORA DE PAULO FREIRE E A EDUCAÇÃO CTSA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA À LUZ DA INVESTIGAÇÃO TEMÁTICA**

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

Defesa realizada em 25 de agosto de 2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme
(Presidente da Banca - Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Profa. Dra. Monica Lopes Folena Araujo
(Examinadora Interna)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Profa. Dra. Gilvaneide Ferreira de Oliveira
(Examinadora Externa ao programa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação, em especial, à minha mãe, Maria Júlia da Silva, e em memória da minha avó, Júlia Minervina da Silva, maiores incentivadoras e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus por tudo que tens feito em minha vida. Sou profundamente grato por tudo, pelo dom da vida e pela sabedoria concedida para trilhar e conquistar mais uma jornada. Agradeço também à nossa Senhora, Maria Boa Mãe (Nossa Senhora das Graças), por me cobrir e abençoar com seu manto sagrado.

Gostaria de estender meus agradecimentos, em especial a mim mesmo. Sinto um orgulho genuíno da pessoa que me tornei: dedicado, responsável, parceiro, amigo e um bom filho. Aprecio imensamente minha mãe, Maria Júlia da Silva, por tudo que fez por mim. Essa conquista também é sua, Mainha. Obrigado por cada batalha que vencemos juntos, por todo esforço, inclusive nas vezes em que você vendia lanches para me proporcionar os estudos.

Apesar de ter concluído apenas o ensino fundamental, você sempre me incentivou a estudar, pois via a educação como um ato de transformação. Sou grato por tudo, pois devo tudo o que sou e o que desejo ser a um anjo na minha vida: você, minha mãe.

Gostaria de expressar meus agradecimentos, em memória da minha Avó Júlia Minervina da Silva, que hoje não está mais entre nós, mas permanece eternizada em nossos pensamentos. Vovó, quero agradecer por tudo que você fez por mim, por todas as palavras de carinho e admiração. As lembranças que carrego são tão especiais, e sinto muitas saudades de você. Hoje, ao concluir o mestrado, queria tê-la aqui pertinho, para receber aquele abraço e ouvir de você: *"esse titili é virado"*.

Também, quero expressar meus sinceros agradecimentos a todos os meus familiares: à minha tia Vera, tia Rosa, meus tios e meu primo, que são pessoas muito especiais e que torcem pelo meu crescimento. Além disso, sou imensamente grato à minha parceira de aventuras, incentivadora, acolhedora, companheira, chata, braba, "paciente", amável e minha referência para muitas coisas, a quem carinhosamente chamo de "Jubinha". Não poderia deixar de agradecer ao carinho e admiração que Nininha sempre me proporcionou. Suas palavras sábias jamais serão esquecidas.

Além disso, expresso meu profundo agradecimento a todos os meus amigos que contribuíram, direta ou indiretamente, neste momento de conquista. Saibam que cada um de vocês é especial para mim. Em especial, meus sinceros agradecimentos aos amigos que construí durante o mestrado, ao meu grupinho "Nós e Wolney". Desde o início, permanecemos juntos e sou imensamente grato a cada um de vocês. Vou até colocar em ordem alfabética, porque eles são ciumentos (risos). Denílson, Jefferson, Renato, Suene e Wolney, a vocês, meus mais profundos agradecimentos. Lembro-me dos primeiros momentos de aula, durante o período da

pandemia, quando espalhávamos sorrisos, brincávamos e criávamos as melhores figurinhas, compartilhando momentos inesquecíveis. Cada um de vocês é verdadeiramente especial. Carrego um pouquinho de cada um em meu coração. Agradeço de coração por tudo!

Também, quero expressar meu agradecimento a outros amigos do mestrado. Ao amigo Jorge, agradeço pela parceria e pelas muitas risadas compartilhadas, além das orientações valiosas. Gostaria de agradecer especialmente à minha amiga Kedma, uma pessoa iluminada que possui um coração generoso. Ela esteve sempre disposta a ajudar os outros e compartilhar momentos de alegria e desafios durante todo o período do mestrado. Torço muito por você, minha amiga, e saiba que você está no caminho certo para conquistar tudo o que deseja. Em memória, deixo uma eterna lembrança à minha amiga Fabricia Barros, que foi vítima da Covid-19. Embora tenhamos passado pouco tempo juntos durante o mestrado, nesse curto período, você sempre demonstrou uma disposição incrível para ajudar os outros. Sua memória será sempre lembrada com gratidão. Agradeço a todos vocês pela parceria e pelo apoio ao longo dessa jornada do mestrado. Vocês fizeram diferença e tornaram essa experiência ainda mais especial.

Continuo expressando meus agradecimentos, com o coração cheio de alegria, em especial à minha Orientadora, Professora Dra. Ruth Firme. Vocês não imaginam a relevância que esse nome possui na área da educação. Ela é uma das professoras mais renomadas da UFRPE, e logicamente, a escolhida para ser minha orientadora. Que mulher incrível! Quantos conhecimentos compartilhados, quantas orientações valiosas recebi. Gratidão, Professora Ruth, gratidão por me compreender nos momentos de ausência, por não me pressionar demasiadamente, você sempre foi compreensiva e extremamente paciente! Essa conquista é nossa, professora. Seu apoio e orientação foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico. Sou profundamente grato por tê-la como orientadora nessa jornada.

Estendo meus sinceros agradecimentos à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com imenso orgulho por estar concluindo meu mestrado nesta instituição, vinculado ao programa de pós-graduação em Ensino das Ciências - PPGEC (e o desejo de prosseguir com o doutorado só aumenta). Agradeço imensamente à FACEPE pelo apoio e concessão da bolsa ao longo de todo este período. Meus sinceros agradecimentos também a todo o corpo docente que integra este programa pela dedicação e contribuição para o meu desenvolvimento acadêmico. Expresso minha gratidão às avaliadoras que farão parte da banca de defesa, agradeço pelo "sim", pois sabemos a importância da contribuição que vocês irão proporcionar para o aprimoramento da pesquisa. Um agradecimento especial à Professora Monica Folena (Examinadora interna), à Professora Gilvaneide Oliveira (Examinadora externa), à Professora

Suely Alves (Suplente interna) e à Professora Angela Almeida (Suplente externa) por dedicarem seu tempo, conhecimento e contribuições que serão valiosas para o aprimoramento do presente estudo. Gratidão!

Por fim, gratidão por tudo... e nada para aqui. Este momento de conclusão possibilitará a continuidade de outros sonhos/objetivos. Freire (1987) enfatiza que "sem busca, não há transformação, há permanência". Sei que posso ir além do que imagino. Grato, Deus, por tudo que tens feito por mim.

EPÍGRAFE

“É preciso ter esperança, mas ter esperança do verbo esperar; porque tem gente que tem esperança do verbo esperar. E esperança do verbo esperar não é esperança, é espera. Esperançar é se levantar, esperançar é ir atrás, esperançar é construir, esperançar é não desistir! Esperançar é levar adiante, esperançar é juntar-se com outros para fazer de outro modo...”

Paulo Freire

RESUMO

Esta investigação enquadra-se em um conjunto de reflexões relacionadas ao Ensino das Ciências, mais especificamente o Ensino de Química, fundamentado na Investigação Temática na perspectiva da Educação Problematizadora de Paulo Freire e integrada à Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Quando se articula Freire com os aspectos da abordagem CTSA o que se procura é a participação da sociedade pela superação de seu silêncio, como aponta Auler (2002). Partindo desse contexto, conduzimos esta investigação a partir do seguinte problema: quais são as contribuições da articulação entre a Educação Problematizadora e a Educação CTSA para o ensino de Química na Educação Básica à luz da Investigação Temática? Para respondermos à questão de pesquisa delineada, delineamos como objetivo geral o de analisar contribuições da articulação entre a Educação Problematizadora e a Educação CTSA para o ensino de Química na Educação Básica à luz da Investigação Temática. Adotamos uma pesquisa do tipo participante de natureza qualitativa, que foi desenvolvida com estudantes da 2º série do ensino Médio de uma escola localizada na cidade de Surubim – Pernambuco. O percurso metodológico contemplou três fases articuladas: realização da Investigação Temática; produção de dados; e organização e análise dos dados. A realização da Investigação Temática considerou as seguintes etapas: estudo da realidade, análise das situações-limite; círculos de cultura; redução temática; e trabalho em sala de aula (planejado e desenvolvido a partir dos três momentos pedagógicos – problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento). A perspectiva analítica foi a Análise Textual Discursiva (ATD). Este estudo ressalta três contribuições significativas da articulação entre a Educação Problematizadora e a Educação CTSA no ensino de Química na Educação Básica, sob a perspectiva da Investigação Temática: primeiro, o desenvolvimento do ensino de Química a partir do estudo da realidade; segundo, a promoção do ensino de Química como instrumento de análise crítica da realidade; e terceiro, a constituição do ensino de Química como ferramenta de transformação da realidade. Podemos destacar que a Investigação Temática se constituiu como um processo relevante quando se propõe efetivamente a trazer pressupostos da Educação Problematizadora de Freire e da Educação CTSA para o contexto escolar. Este estudo destaca a importância da integração entre o conhecimento científico e as dimensões sociais. Isso não apenas proporciona aos educandos uma compreensão mais ampla da realidade, mas pode conscientizar os educadores quanto à necessidade de incorporar questões orientadoras fundamentadas no estudo da realidade em todos os componentes curriculares, permitindo que os educandos tenham acesso a uma educação emancipatória, habilitando-os a tomar decisões informadas e desenvolver uma consciência crítica. Ao considerarmos as pesquisas futuras, à luz da Investigação Temática, o desenvolvimento da Alfabetização Científica por meio da articulação entre a Educação Problematizadora e a Educação CTSA pode se constituir em uma agenda para novas pesquisas.

Palavras - chaves: Educação em Ciências; Educação Problematizadora; Abordagem CTSA; Investigação Temática; Eletroquímica.

ABSTRACT

This investigation is part of a set of reflections related to Science Teaching, more specifically Chemistry Teaching, based on Thematic Investigation in the perspective of Problem-posing Education by Paulo Freire and integrated to Science-Technology-Society-Environment Education (STSE). When Freire is articulated with the aspects of the STSE approach, what is sought is the participation of society by overcoming its silence, as pointed out by Auler (2002). Based on this context, we conducted this investigation based on the following problem: what are the contributions of the articulation between Problem-posing Education and STSE Education for the teaching of Chemistry in Basic Education in the light of Thematic Research? In order to answer the outlined research question, we outlined as a general objective to analyze contributions of the articulation between Problematizing Education and STSE Education for the teaching of Chemistry in Basic Education in the light of Thematic Investigation. We adopted a participatory research of a qualitative nature, which was developed with students from the 2nd grade of high school in a school located in the city of Surubim - Pernambuco. The methodological path included three articulated phases: carrying out the Thematic Investigation; data production; and data organization and analysis. Carrying out the Thematic Investigation considered the following steps: study of reality, analysis of extreme situations; culture circles; thematic reduction; and work in the classroom (planned and developed based on the three pedagogical moments – initial problematization, organization of knowledge and application of knowledge). The analytical perspective was Discursive Textual Analysis (DTA). This study highlights three significant contributions of the articulation between Problem-Based Education and STSE Education in the teaching of Chemistry in Basic Education, from the perspective of Thematic Research: first, the development of Chemistry teaching based on the study of reality; second, the promotion of Chemistry teaching as an instrument for critical analysis of reality; and third, the constitution of Chemistry teaching as a tool for transforming reality. We can highlight that Thematic Investigation was constituted as a relevant process when it effectively proposes to bring assumptions from Freire's Problematizing Education and STSE Education to the school context. This study highlights the importance of integration between scientific knowledge and social dimensions. This not only provides students with a broader understanding of reality, but can make educators aware of the need to incorporate guiding questions based on the study of reality in all curricular components, allowing students to have access to an emancipatory education, enabling them to make informed decisions and develop critical awareness. When considering future research, in the light of Thematic Research, the development of Scientific Literacy through the articulation between Problem-Based Education and STSE Education can constitute an agenda for new research.

Key words: Science Education; Problematizing Education; STSE approach; Thematic Research; Electrochemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema genérico de uma célula eletroquímica.....	70
Figura 2 - Pilha em funcionamento.....	71
Figura 3 - Estudo preliminar da realidade.....	103
Figura 4 - Esquema de representação da Rede Temática com base nas situações – limite....	128
Figura 5 - Elaboração da nuvem de palavras.....	132
Figura 6 - Charge -Turma da Mônica.....	146
Figura 7 - Pilhas produzidas na atividade experimental.....	156
Figura 8 - Simulação da Determinação de EMF de uma Célula.....	160
Figura 9 - Infográfico elaborado pelos estudantes.....	173
Gráfico 1 - Categorização das respostas dos educandos de acordo com os parâmetros de análise de Lacerda (2008) e Silva (2019)	138
Gráfico 2 - Resposta dos educandos a partir da aplicação da lista de exercício.....	162

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tradição Europeia e Americana para abordagem CTS.....	53
Quadro 2 - Os nove aspectos do movimento CTS.....	55
Quadro 3 - Principais efeitos à saúde provocados por metais presentes nas pilhas e baterias....	67
Quadro 4 - Trabalhos analisados das cinco últimas edições do ENPEC.....	80
Quadro 5 - Artigos em periódicos.....	81
Quadro 6 - Dissertações analisadas.....	82
Quadro 7 - Teses analisadas.....	83
Quadro 8 - Situação problema 1 da etapa da PI.....	87
Quadro 9 - Tipo de conteúdo explorado.....	109
Quadro 10 - Etapas da Rotação por Estação.....	111
Quadro 11 - Síntese das etapas da Investigação Temática.....	112
Quadro 12 - Parâmetros de análise das respostas dos educandos as questões problematizadoras.....	115
Quadro 13 - Respostas dos moradores da comunidade à entrevista.....	118
Quadro 14 - Respostas dos educandos para as questões norteadoras.....	120
Quadro 15 - Momento de socialização sobre a vivência na semana do Meio Ambiente.....	123
Quadro 16 - Socialização da pesquisa conduzida pelos educandos.....	130
Quadro 17 - Situação problema 1 da etapa da PI.....	135
Quadro 18 - Respostas dos educandos para a situação problema 1.....	135
Quadro 19 - Questões problematizadoras sobre o vídeo.....	141
Quadro 20 - Análise do vídeo: Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros.....	141
Quadro 21 - Questões norteadoras das entrevistas aplicadas à comunidade.....	144
Quadro 22 - Questões norteadoras e respostas dos educandos sobre a Charge.....	147
Quadro 23 - Situação-problema 3 e as questões norteadoras.....	150
Quadro 24 - Respostas dos educandos com base na situação problema (SP3)	150
Quadro 25 - Aspectos conceituais relacionados ao estudo da eletroquímica.....	153
Quadro 26 - Roteiro/orientações para o desenvolvimento da atividade experimental.....	155
Quadro 27 - Situação-problema 4 (SP4) e as questões norteadoras.....	157
Quadro 28 - Respostas dos educandos para a situação-problema 4.....	157
Quadro 29 - Respostas dos entrevistados sobre o tema gerador.....	163

LISTA DAS ABREVIATURAS E SIGLAS

3 MP - Três Momentos Pedagógico

AC - Aplicação do Conhecimento

ACT - Alfabetização Científica e Tecnológica

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CNTP – Condições normais de temperatura e pressão

CT - Ciência e Tecnologia

CTS - Ciência Tecnologia e Sociedade

CTSA - Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente

DC - Desenvolvimento Científico

ddp – Diferença de potencial

DE - Desenvolvimento Econômico

DS - Desenvolvimento Social

DT - Desenvolvimento Tecnológico

E – Potencial da célula

E° - Potencial padrão da célula

ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química

GVGO - Grupo de verbalização e Grupo de observação

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ITF- Investigação Temática Freireana

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira

MP - Momento Pedagógico

OC - Organização do Conhecimento

OCEM - Orientações Curriculares para o Ensino Médio

OCNEM - Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PI - Problematização Inicial

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PPP - Projeto Político Pedagógico

SD – Sequência Didática

SP - Situação Problema

3MP - Três Momentos Pedagógicos

ΔG – Variação da energia de Gibbs

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	26
1.1 Paulo Freire e a crítica a Educação Bancária.....	26
1.2 A Educação Problematizadora e Libertadora de Paulo Freire.....	27
1.3 O Diálogo como princípio da Educação Problematizadora proposta por Paulo Freire.....	33
1.4 O Método da Investigação Temática.....	36
1.4.1 Momento 1: Entrada no campo e compreensão inicial da realidade.....	38
1.4.2 Momento 2: Seminários de Identificação das Contradições e Situações-Limite e Preparação dos Círculos de Cultura.....	40
1.4.3 Momento 3 - Círculos de Cultura.....	41
1.4.4 Momento 4 - Sistematização dos achados da investigação, exploração dos temas geradores, avaliação e socialização do processo.....	43
1.4.5 Os três Momentos Pedagógicos (3MP) no contexto da educação dialógica Freireana.....	45
1.5 O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): origem e pressupostos teóricos e metodológicos.....	49
1.5.1 Origem do Movimento CTS.....	51
1.6 Aproximações entre a perspectiva educacional de Paulo Freire e a Educação CTSA.....	58
1.7 Consequências Ambientais e de Saúde do Descarte do Lixo Eletrônico e de pilhas e baterias.....	60
1.8 Conceitos fundamentais sobre Eletroquímica.....	68
1.9 Uma revisão integrativa das publicações que articulam educação libertadora e educação ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências no contexto brasileiro.....	74
1.9.1 Quais são os propósitos da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS?.....	83
1.9.2 Como a Educação Libertadora e a Educação CTS podem ser articuladas?.....	86
1.9.3 Quais são as possibilidades e as limitações da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS?.....	89
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA	95

2.1 Contexto e Atores Sociais da Pesquisa.....	96
2.2 Aspectos Éticos da Pesquisa.....	98
2.3 Percurso Metodológico.....	100
2.3.1 Fase 1: Realização da Investigação Temática.....	101
2.3.1.1 Etapa 1: Estudo da realidade.....	101
2.3.1.2 Etapa 2: Análise das situações-limite e das codificações.....	104
2.3.1.3 Etapa 3: Círculos de Cultura.....	104
2.3.1.4 Etapa 4: Redução Temática	105
2.3.1.5 Etapa 5: Trabalho em sala de aula.....	106
2.3.1.5.1 Problematização Inicial (PI).....	107
2.3.1.5.2 Organização do conhecimento (OC).....	109
2.3.1.5.3 Aplicação do Conhecimento (AC).....	111
2.3.2 Fase 2: Produção de dados	114
2.3.3 Fase 3: Organização e análise do corpus.....	114
CAPÍTULO 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	117
3.1 O Estudo da Realidade.....	117
3.2 Análise das situações-limite.....	125
3.3 Os Círculos de Cultura.....	129
3.4 A Redução Temática.....	133
3.5 O Trabalho em sala de aula.....	135
3.5.1 Problematização Inicial (PI).....	135
3.5.2 Organização do Conhecimento (OC).....	145
3.5.3 Aplicação do conhecimento (AC).....	163
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	180
REFERENCIAS.....	183
APÊNDICES.....	201
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	201
APÊNDICE B - Termo de assentimento livre e esclarecido.....	204
APÊNDICE C - Consentimento do Responsável para a Participação do/a Voluntário.....	208
APÊNDICE D - Termo de Compromisso e Confidencialidade.....	209
APÊNDICE E - Orientações para a realização da Entrevista e as Questões norteadoras.....	210
APÊNDICE F - Lista de Exercício.....	212

INTRODUÇÃO

Desde minha trajetória na graduação, tenho buscado me envolver em leituras e atividades relacionadas aos princípios fundamentais da abordagem CTSA. No entanto, foi durante o período do mestrado que tive a oportunidade de me aprofundar em leituras e participar de discussões envolvendo o movimento CTS. Conforme mergulhava em uma variedade de leituras e estudos, um crescente interesse despertou em mim, levando-me a desejar conduzir pesquisas que explorassem as interrelações entre a abordagem CTSA e os preceitos fundamentais da educação problematizadora defendida por Paulo Freire.

Esta investigação enquadra-se em um conjunto de reflexões relacionadas ao Ensino das Ciências, mais especificamente o Ensino de Química, fundamentado na Investigação Temática na perspectiva da Educação Problematizadora de Paulo Freire, e integrada à perspectiva da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (doravante CTSA). Essa integração possibilita compreender que a práxis educativa de Paulo Freire possui um caráter pedagógico, político e social diferenciado, pois parte da experiência existencial dos educados, assumindo problemas reais como situações de aprendizagem (Fávero, 2011; Mühl, 2021).

A concepção educacional freireana¹ se fundamenta, essencialmente, em três categorias interligadas: dialogicidade, problematização e conscientização. Ao serem articuladas em torno de temas geradores, essas categorias viabilizam uma educação libertadora, emancipatória e democrática, direcionada à formação de uma consciência crítica nos indivíduos. Dessa forma, a abordagem freireana busca estimular a participação responsável dos sujeitos em todas as esferas da vida - cultural, social, política, econômica - e fomentar o envolvimento ativo dos indivíduos no mundo em que vivem (Freire, 2001).

Nessa perspectiva, a concepção educacional freireana se fundamenta em um processo ativo de conhecimento do concreto, por meio de uma abordagem crítica da realidade, visando a busca pela conscientização. Sob esse ponto de vista, a conscientização não se resume apenas ao conhecimento ou reconhecimento da realidade, mas representa uma opção, uma decisão e um compromisso histórico (Freire, 1987). A base da conscientização na visão de Freire está na relação entre a "consciência-mundo" e os "homens-mundo". Isso implica que a consciência humana está intrinsecamente conectada ao contexto social e histórico em que os indivíduos

¹ Importante enfatizar que ao longo de toda a dissertação utilizamos o termo "Freireano" como uma postura política pedagógica, dando ênfase a Freire, mesmo cientes de que, gramaticalmente, o termo correto é Freiriano.

estão inseridos. Assim, a conscientização não pode ser separada da práxis, ou seja, da reflexão sobre a realidade seguida de ação transformadora (Freire, 1987; 2001).

Além disso, na perspectiva freireana, a realidade se apresenta como um desafio a ser compreendido e transformado. A sua revelação acontece por meio da Investigação Temática, que busca a emergência do Temas Geradores. Nesse sentido, buscar os temas geradores significa procurar compreender o pensamento dos indivíduos em relação à realidade e as ações que eles realizam em sua prática diante dessa realidade (Freire, 1987; 2001).

Nesse sentido, é proposta a inserção de temas pautados em problemas sociais, Freire propõe uma alternativa para tratar a questão do conhecimento e do processo educativo que está diretamente ligado com o problema epistemológico. Freire propõe o Tema Gerador como superação, tanto do dualismo sujeito-objeto, quanto da fragmentação do saber decorrente do paradigma científico moderno (Freire, 2018).

O papel do Tema Gerador é tensionar entre o saber construído por cada sujeito com o saber em processo de construção intersubjetiva a partir da discussão em grupo. Através da exposição do que cada um sabe - do seu nível de compreensão da realidade constitutivo de um mundo intersubjetivamente partilhado - é possível desencadear a discussão problematizadora que, explicitando as diferenças de visão de mundo e as contradições intrínsecas à produção da realidade social, gera novos níveis de consciência/conhecimento da realidade problematizada, oportunizando, a cada sujeito, a resignificação de sua visão de mundo (Freire, 2018).

Partindo da visão dialética da relação ser humano/mundo, ambos inacabados, Freire desenvolveu sua compreensão acerca de uma Educação como Prática de Liberdade, sobre a qual, nós, seres humanos, na constante busca de “ser mais”, transformamos a realidade objetiva e os efeitos desta transformação refletem-se na transformação de nós mesmos. Nessa perspectiva, Freire diz que será pelo aprofundamento de uma consciência crítica que nos conscientizaremos da realidade, sendo capazes de transformá-la, pois a consequência da conscientização é o compromisso dos seres humanos com o mundo, visto que criticamente conscientes de nossa realidade de opressão, seremos capazes de realizar uma ação que vise sua superação (Freire, 2005).

Nessa compreensão, na visão de Freire (2003), a humanização é caracterizada pelo ser mais, ser consciente de sua inconclusão, que na relação com as outras pessoas buscam aprender constantemente. Deste modo, ao se conscientizarem de que seu ser é incompleto, inconcluso e inacabado, as pessoas buscam se tornar seres completos, conclusos e acabados e, dessa forma, vivenciam a contradição de um ser buscando ser mais. É importante destacarmos que, para

Freire, as pessoas só se humanizam a partir do cumprimento da sua ontologia, ou seja, as pessoas só se tornam humanas a partir da sua constante busca em ser mais (Freire, 1987).

Entretanto, muitas vezes o ser humano é impedido de ser mais, é impedido de buscar sua humanização e, essa interrupção, que aparenta ou busca parecer natural, faz parte do processo de um desenvolvimento histórico, constituindo a relação opressora e oprimida (Freire, 2003). Esta relação parte da negação da vocação ontológica do opressor pelo oprimido. Neste processo de subjugação, os oprimidos "aderem" a consciência do opressor e buscam uma forma de também se tornarem opressores (Freire, 2008).

Em sua obra "*Pedagogia do Oprimido*", Freire (p. 39, 2008) enfatiza que: "Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo". Para ele, a educação acontecia por meio de inter-relações entre as pessoas e com o mundo, visto que a educação não poderia ocorrer sem considerar o mundo em que os educandos vivem. Em sua obra "*Pedagogia da Autonomia*", destaca que ninguém amadurece do dia para a noite, nem ninguém é responsável por tal ação, mas a "autonomia, enquanto amadurecimento do ser para si, é processo, é vir a ser" (Freire, 1996, p. 56). Neste contexto, a Educação precisa se constituir como uma educação problematizadora, alicerçada em perguntas provocadoras de novas respostas, através do diálogo crítico, libertador, e da tomada de consciência de sua condição existencial.

Freire traz uma discussão, frente a compreensão da pedagogia da problematização, a qual é caracterizada por um processo de desestabilização das concepções prévias do educando, em que a sua experiência de vida deve ser o ponto de partida de sua aprendizagem, considerando que o seu contexto de vida pode ser apreendido e modificado (Freire, 2020). Articulado a esse pensamento, a dinâmica da educação problematizadora proposta por Freire, é operacionalizada por meio da Investigação Temática, que é a investigação da realidade do estudante, objetivando explicitar as situações contraditórias vivenciadas pelos educandos, dando origem aos Temas Geradores que guiarão a ação pedagógica e permitirão aos educandos alcançarem um "nível de consciência real efetiva" (Freire, 2018).

A perspectiva da educação Freireana tem o diálogo e a problematização como princípios, isso leva a uma radical transformação na forma de conceber a educação e a relação professor-aluno, a educação não é feita apenas sobre os alunos, mas com eles, que são considerados sujeitos do processo educativo, inclusive no que diz respeito à definição do conteúdo programático (Brick et al., 2014).

É importante ressaltarmos que o diálogo, nos moldes propostos por Freire, é uma forma de se relacionar e proporcionar a ampliação do aprendizado, que não deve se dar apenas por uma via, ou seja, por meio do monólogo individual entre as pessoas, mas sim com toda a comunidade e seu entorno. Segundo Freire (1986), "o diálogo pertence à natureza do ser humano, enquanto ser de comunicação. O diálogo sela o ato de aprender, que nunca é individual" (Freire, 1986, p. 14). Nesse sentido, o aprendizado se potencializa com as contribuições diversas de todas as pessoas envolvidas e suas lógicas, presentes na interação, pois "não há ignorantes absolutos, nem sábios absolutos: há homens que, em comunhão, buscam saber mais e por sempre aprendermos estamos em constante transformação" (Freire, 2003, p. 81).

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), no âmbito escolar, esse processo pode ocorrer por meio dos Três Momentos Pedagógicos (3MP). Essa proposta didático-pedagógica foi fundamentada na teoria educacional de Paulo Freire, sendo, inicialmente, elaborada por Delizoicov (1982), a partir de três etapas: Problematização inicial (questões e/ou situações problematizadoras com o intuito de introduzir o conteúdo específico a partir da participação efetiva dos estudantes); Organização do Conhecimento (o tema é estudado de forma sistemática pelo professor); e Aplicação do Conhecimento (abordagem sistemática do conhecimento de forma que o estudante interprete e analise as situações iniciais) (Delizoicov; Angotti, 1992). Essa dinâmica didático-pedagógica, como destacam Delizoicov (2001) e Muenchen e Delizoicov (2014), estão totalmente ligadas por um par de categorias, a problematização e a dialogicidade, que são elementos que oferecem um desafio para o professor estabelecer uma prática docente que problematize situações, temas e conhecimentos, prévios ou científicos.

Os fundamentos freireanos de educação, ao serem aplicados no contexto da educação escolar, possibilitam uma compreensão do papel dos conteúdos escolares de cada área do conhecimento (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002). Esses conteúdos são selecionados com base em Temas Geradores que representam as contradições locais e globais que precisam ser enfrentadas em um determinado contexto. Esses Temas Geradores desempenham o papel de agentes de transformação cultural e social, seguindo a concepção de conscientização de Freire (2001). Essa conscientização ocorre através do movimento da consciência ingênua para a consciência crítica. A consciência ingênua é aquela que aceita passivamente a realidade como ela se apresenta, sem questionar ou problematizar, e a consciência crítica é aquela que questiona, analisa, reflete e age de forma transformadora diante da realidade (Freire, 2001).

Esta perspectiva de conscientização que existe somente na dialeticidade objetividade-subjetividade requer a inserção crítica dos educandos em sua realidade histórico-social e pode se dar mediante o estudo das relações homens-mundo na busca pelos Temas Geradores (a partir da Investigação Temática) que balizarão a elaboração das atividades didático-pedagógicas (Redução Temática) a serem problematizadas em sala de aula, tendo em vista a superação dos conhecimentos do senso comum dos educandos em torno destes temas mediante a apreensão de conhecimentos sistematizados que melhor os expliquem (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002),

Adicionalmente, destacamos que algumas pesquisas em Educação em Ciências e os documentos oficiais que regem a Educação brasileira, a exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), defendem a promoção de uma educação científica e tecnológica para os indivíduos, por entenderem que este é um requisito da sociedade atual para o exercício da cidadania, uma leitura mais crítica do mundo e para uma efetiva inserção, participação e intervenção social (Santos, 2018).

Nessa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que define as diretrizes para a Educação Básica, situa o letramento científico como objetivo para área de ciências da natureza como “a capacidade de compreender e interpretar o mundo e de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência” (Brasil, 2017). Contudo vale destacar que este documento recebe muitas críticas, sendo uma delas o fato de não discutir como os professores poderão concretizar o letramento científico (Branco et al, 2018).

Uma das formas de se promover uma educação científica com o objetivo da alfabetização/letramento² científico é por meio da Educação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), que visa auxiliar o educando na aquisição de conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomadas de decisões responsáveis sobre questões sociais/ambientais que envolvem a Ciência e a Tecnologia e no encaminhamento de questões desta natureza, em prol da emancipação social da população, visto que a sociedade é marcada por desigualdades e injustiças sociais, muitas vezes decorrentes do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico vigente (Santos, 2007).

É denominada de abordagem CTSA para o ensino de Ciências aquela que segue os princípios do Movimento CTS. A abordagem CTS surgiu em meados dos anos 60 e início dos anos 70, devido a problemas ambientais gerados pelo cenário socioeconômico da Ciência e

² Consideramos alfabetização/letramento partindo da perspectiva que esses dois termos têm o mesmo objetivo a depender do autor em que o pesquisador está se fundamentando.

Tecnologia (CT), como em função da mudança da visão sobre a compreensão a natureza da ciência e do seu papel frente a sociedade (Santos, 2019). Apesar de não ter se originado no contexto escolar, esse movimento desencadeou diversas inovações educativas tendo como referência uma concepção social da ciência e da tecnologia (Pinheiro, 2005; Auler, 2018).

Seguindo os princípios do Movimento CTS, o objetivo do ensino de Ciências é objetivo é alfabetizar cientificamente e tecnologicamente os indivíduos, promovendo a reflexão para tomada de decisão sobre questões da ciência e tecnologia e suas interferências na sociedade e ambiente (Bazzo, 1998; Santos; Mortimer, 2002; Auler, 2018). Segundo Schnetzler (2003), discutir aspectos da Ciência, Tecnologia, Sociedade e suas interrelações permitem aos estudantes associarem a sua compreensão do mundo científico com o mundo construído pelo homem através da tecnologia e, o seu dia a dia.

Nesse olhar, a educação CTSA possibilita uma formação ampla do educando, considerando a complexidade das imbricações entre ciência, tecnologia, sociedade ambiente. Assim, o professor que trabalha com tal enfoque coloca o ensino numa perspectiva diferenciada, contemplando os fenômenos da vida cotidiana e trazendo para a sua sala de aula os aspectos sociais e históricos dos problemas vivenciados pela humanidade. A educação CTSA busca motivar o educando à procura de informações relevantes sobre as ciências e tecnologias da vida moderna, com a perspectiva de que possa analisá-las e avaliá-las, refletir sobre as informações que lhes são repassadas por diferentes meios de comunicação, definir os valores implicados nelas e tomar decisões a respeito, reconhecendo que sua decisão final está também inerentemente baseada em valores. Dessa forma, o enfoque CTSA tem a proposta de formar um estudante crítico capaz de exercer sua cidadania (Palaios et. al., 2003).

Isso porque a articulação entre os conhecimentos científicos e tecnológicos articulados às questões sociais no contexto do ensino, faz-se necessário para formação de cidadãos aptos e conscientes de seu papel na sociedade (Firme, 2020). O que dialoga com os documentos oficiais que regulamentam e normatizam a Educação brasileira, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB nº 9.394/96 e com documentos oficiais que orientaram o ensino em diferentes níveis, como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM, em direcionar o ensino para o desenvolvimento do educando para o exercício da cidadania, além da formação autônoma e do pensamento crítico (Monteiro et al., 2015).

As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCEN) propõem que os estudantes sejam estimulados aos estudos e a uma aprendizagem contínua que extrapole a mera memorização dos conteúdos, o enfoque passa a ser dado a uma formação que prime pela ética

e pelo desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual. E a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), deixa claro que, no Ensino Médio, espera-se que “os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente” (Brasil, 2018, p. 470).

A principal característica do ensino da Educação CTSA é a contextualização dos conteúdos escolares com ênfase na dimensão ambiental, de temas atuais, que promova a reflexão para uma posterior tomada de decisão pelos educandos (Santos, 2007). Entende-se por contextualização a vinculação do ensino à vida do estudante, ao seu contexto social e histórico, levando em conta as suas ideias e oferecendo condições para que se criem soluções para os problemas colocados e se possa propiciar a sua participação no processo educacional em direção à construção de sua cidadania. Assim sendo, haverá uma identificação cultural e, conseqüentemente, integração com a escola (Santos; Schnetzler, 2003). Assim, tal abordagem aplicada ao Ensino de Química não pode enfatizar apenas as dimensões conceituais no processo de ensino e aprendizagem, promovendo uma aprendizagem mecânica de informações e teorias totalmente fora do contexto social e tecnológico em que o estudante vive (Firme; Amaral, 2011).

Quando se articula pressupostos da Educação Problematizadora de Freire com os pressupostos da Educação CTSA o que se procura é a participação da sociedade pela superação da cultura do silêncio, como aponta Auler (2002). Nessa visão, existe uma reivindicação de democratização das decisões acerca de temas sociais, incluindo os ambientais, envolvendo a ciência e a tecnologia, além da proposição de um ensino que proporcione uma visão crítica do mundo para transformar a realidade.

Na literatura da área diferentes autores articulam, em suas pesquisas, pressupostos freireanos com a abordagem CTSA. Entre eles, podemos citar o trabalho de Almeida e Strieder (2021), por exemplo, que destaca essa articulação como redirecionamento da dimensão política no ensino de Ciências, os trabalhos de Souza e Valadares (2022), Jota (2019) e Jesus (2019) que articularam essas duas perspectivas por meio dos três momentos pedagógicos, o trabalho de Freitas e Ghedin, (2015) que destacam como possibilidade dessa articulação a superação da cultura do silêncio caracterizada pela ausência de participação do conjunto da sociedade em processos decisórios, e o trabalho de Marques (2019) que apresenta como limitação na articulação entre pressupostos de Freire e a abordagem CTSA, compreensões reducionistas dos professores participantes da pesquisa acerca das ideias freireanas.

À luz das discussões tecidas até então, a proposição dessa pesquisa é a de articular, no Ensino de Química da Educação Básica, pressupostos da Educação Problematizadora e da Educação CTSA. Entretanto, nessa articulação, buscamos conduzir o Ensino de Química na perspectiva da Investigação Temática freireana, considerando a problematização e o diálogo como elementos centrais, articulada à Educação CTSA.

Partindo desse contexto, conduzimos esta investigação a partir do seguinte problema de pesquisa: quais são as contribuições da articulação entre a Educação Problematizadora e a Educação CTSA para o ensino de Química na Educação Básica à luz da Investigação Temática?

Portanto, como objetivo geral delimitamos o de analisar contribuições da articulação entre a Educação Problematizadora e a Educação CTSA para o ensino de Química na Educação Básica à luz da Investigação Temática.

Articulados ao objetivo geral, os objetivos específicos delineados se constituíram em:

- a) Identificar temas de interesse, inquietações, preocupações e contradições percebidas nas comunidades envolvidas na pesquisa, a partir das perspectivas dos moradores e dos educandos.
- b) Analisar as concepções prévias dos estudantes sobre o lixo eletrônico e sua relação com os impactos ambientais e de saúde, as possíveis soluções tecnológicas, a participação da sociedade, a Eletroquímica e os componentes de dispositivos eletrônicos.
- c) Analisar a evolução das compreensões dos estudantes em relação aos conceitos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica.
- d) identificar aspectos que se constituíram como transformação da realidade dos moradores e dos estudantes participantes da pesquisa.

A partir da condução dessa pesquisa esperamos contribuir com as pesquisas no ensino de Ciências e de Química quanto à articulação de pressupostos da Educação Problematizadora de Freire e da Educação CTSA, bem como com as discussões no âmbito do ensino de Química que buscam uma formação de estudantes críticos diante de questões reais e relevantes que afetam suas vidas e sua comunidade.

A estrutura desta dissertação organizada em três capítulos, além desta introdução. No Capítulo I, são abordados os referenciais teóricos relacionados a Paulo Freire e a crítica à Educação Bancária, bem como a Educação Problematizadora proposta por ele. Exploramos o Diálogo como princípio dessa abordagem educacional, bem como o Método da Investigação Temática e sua relevância na prática educativa. Além disso, discutimos os Três Momentos Pedagógicos (3MP) dentro do contexto da educação dialógica freireana, enfocando a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e seus pressupostos teóricos e metodológicos. Estabelecemos conexões entre a perspectiva educacional de Paulo Freire e a

Educação CTSA. Discutimos sobre a temática do lixo eletrônico e sobre conceitos fundamentais do conteúdo de Eletroquímica. Por fim, discutimos os resultados de uma revisão integrativa das publicações que articulam educação libertadora e educação ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências no contexto brasileiro.

No Capítulo II, abordamos a metodologia adotada nesta pesquisa, detalhando o desenho da investigação, os participantes envolvidos, os instrumentos de coleta de dados, bem como a análise dos dados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD). Apresentamos a categorização das respostas dos estudantes para os questionários proposto. E discutimos fundamentos teóricos dos procedimentos de análise dos dados.

No Capítulo III, apresentamos os resultados obtidos. Neste capítulo, analisamos os dados no atendimento dos objetivos específicos, no contexto do processo da Investigação Temática desenvolvido. Por fim, buscamos responder a questão orientadora da pesquisa atendendo ao objetivo geral delineado.

Finalmente, após o Capítulo III, tecemos algumas considerações finais com base na pesquisa desenvolvida.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, abordamos a visão de Educação na perspectiva de Paulo Freire, bem como a crítica à Educação Bancária, e apresentamos a proposta da Educação Problematizadora por ele proposta. Exploramos o Diálogo como princípio fundamental dessa abordagem educacional, além de discutir a relevância do Método da Investigação Temática na prática educativa. Destacamos os Três Momentos Pedagógicos (3MP) no contexto da educação dialógica freireana, concentrando nossa análise na abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e seus fundamentos teóricos e metodológicos. Estabelecemos conexões entre a perspectiva educacional de Paulo Freire e a Educação CTSA. Também exploramos a relação entre Educação Ambiental e o ensino de Ciências, com especial ênfase na temática do lixo eletrônico. Apresentamos conceitos essenciais sobre Eletroquímica, buscando ampliar o entendimento nesse campo. Por fim, realizamos uma revisão integrativa das publicações que articulam educação libertadora e educação ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências no contexto brasileiro, enriquecendo o debate sobre o tema e identificando possíveis contribuições para a prática educativa.

1.1 Paulo Freire e a crítica a Educação Bancária

A educação tradicional, denominada por Freire como 'educação bancária', possui suas raízes na educação jesuítica e se consolidou no sistema educacional brasileiro nos séculos XVIII e XIX, em meio ao contexto da Revolução Industrial. Nessa época, a ênfase recaía na formação de cidadãos considerados 'bons', capazes de ao menos ler e escrever (Coimbra, 1989). A Escola, nesse contexto, tinha como principal propósito formar indivíduos aptos a desempenhar eficientemente o trabalho designado a eles e a manter a ordem social vigente. A educação era acessível às classes sociais menos privilegiadas, mas sob uma perspectiva capitalista, servindo ao propósito de preservar a estrutura da sociedade como ela se apresentava. Os estudantes, assim, eram ensinados a adotar a visão de mundo e os valores da classe dominante, que Freire denominou como opressora. Essa abordagem tradicional da educação buscava atender à necessidade de perpetuar a realidade em que o grupo social estava inserido. Entretanto, Freire criticou veementemente essa forma de educação por considerá-la uma ferramenta de opressão que perpetuava a fabricação de oprimidos (Freire, 2020).

Ao considerar a instituição Escola como uma fábrica, o caráter hierárquico torna-se inerente ao ato de educar; a relação entre professor e aluno é nitidamente vertical, onde o professor ocupa a posição de superioridade e o aluno é o subordinado. Nesse modelo de educação, o professor detém a autoridade para ensinar os alunos de forma unilateral, escolhendo a metodologia e a abordagem que julgar mais adequadas para transmitir o material selecionado por ele. O papel do aluno, por sua vez, é compreender e reproduzir o conteúdo que lhe é apresentado (Freire, 2017).

Dentro das estratégias de aprendizado do aluno na educação tradicional, destaca-se a repetição de exercícios, frequentemente idênticos, visando à memorização do conteúdo. Nesse modelo educacional, o foco está na reprodução do conhecimento já acumulado e na manutenção do status quo, não havendo grande preocupação com a promoção de produções inovadoras ou reflexivas. Os exemplos e situações utilizados são, em sua maioria, abstratos e desvinculados de qualquer compromisso com a problematização ou o pensamento reflexivo sobre o mundo e possíveis soluções para tais situações. Mesmo quando se utilizam situações cotidianas como exemplos, a forma como são apresentadas não estimula o questionamento ou a discussão (Freire, 2017).

Como critica Freire,

Para o “educador-bancário”, na sua antidialógica, a pergunta, obviamente, não é a propósito do conteúdo do diálogo, que para ele não existe, mas a respeito do programa sobre o qual dissertará a seus alunos. E a esta pergunta responderá ele mesmo, organizando seu programa (Freire, 1987, p. 47).

Nessa abordagem, a falta de diálogo e democracia é evidente. O professor detém toda a autoridade e poder para estruturar seu programa sem considerar a opinião dos alunos ou se preocupar com estratégias que facilitem uma melhor compreensão do conteúdo. Ademais, na educação tradicional, o papel do aluno é simplesmente reproduzir, da maneira mais fiel possível, o que é transmitido pelo professor, tornando-se um participante inteiramente passivo no processo de aprendizagem (Freire, 2020).

Desse modo, o aluno é tratado como um "recipiente vazio" a ser "preenchido" com os conteúdos necessários e exigidos para a perpetuação e funcionamento da sociedade em que está inserido. Essa abordagem tem como foco principal fazer com que o educando memorize e reproduza os ensinamentos do passado, sem necessariamente estimular o pensamento crítico ou a reflexão sobre o conhecimento transmitido (Freire, 2017; 2020).

Nessa perspectiva, a concepção "bancária" nega a dialogicidade, que é essencial para a educação, e torna-se antidialógica. Por outro lado, para promover a superação desse modelo, a educação problematizadora - situada na esfera gnoseológica - afirma a importância da dialogicidade e se torna dialógica (Freire, 2017, p. 95).

Com base na dialogicidade, a proposta Freireana de uma educação problematizadora e libertadora fundamenta-se na efetividade da comunicação, rompendo com a perspectiva tradicional de emissor e receptor para adotar uma abordagem interativa e dialógica. Ao contrário da verticalidade presente na Educação Bancária, a Educação Dialógica se constrói em torno de um educador que se educa ao ensinar e de um educando que educa ao ser ensinado, ambos se tornando sujeitos ativos do processo educativo, não mais um sendo objeto do outro (Freire, 2018).

Trata-se de uma "formação integral", que tem como objetivo preparar o educando para o pleno exercício da cidadania, ou seja, formá-lo como um indivíduo ativo e participante na sociedade, ao mesmo tempo em que o informa sobre os conteúdos programáticos. A educação libertadora reconhece que a formação e a informação são complementares no processo educativo, não se limitando apenas ao ato de transmitir conhecimentos (como ocorre na educação bancária). Além disso, ela critica a abordagem que prioriza exclusivamente a formação do educando como cidadão, negligenciando o conjunto de informações e conhecimentos necessários para o seu desenvolvimento pleno (Freire, 2018). Nessa perspectiva, o objetivo é formar cidadãos conscientes, críticos e capazes de participar ativamente na construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

Portanto, na educação libertadora, o silêncio imposto aos que "não sabem" para que ouçam e memorizem passivamente o conhecimento do professor "sábio" é substituído pelo estímulo aos questionamentos e à participação ativa daqueles que têm algo a dizer. Nessa abordagem, reconhece-se que é por meio da comunhão e do diálogo entre educador e educandos que novos conceitos e perspectivas sobre o mundo podem ser apreendidos. Isso possibilita que os educandos atuem como agentes de transformação, capazes de compreender e transformar a realidade em que estão inseridos. Essa visão da educação busca empoderar os estudantes, incentivando o pensamento crítico e a consciência de seu papel na construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

1.2 A Educação Problematizadora e Libertadora de Paulo Freire

No âmbito da educação, a conquista da prática da liberdade, conforme Freire (1983), é uma tarefa essencial que se concretiza quando os processos de ensino e aprendizagem são estruturados com base em ações participativas que promovem a liberdade de expressão e a capacidade crítica dos estudantes. Nesse processo de conquista, espera-se que os conteúdos escolares sejam abordados por meio de temas relevantes para as vivências dos estudantes, de modo que os orientem e os motivem a participar ativamente das discussões na sala de aula. A partir desse engajamento, os educandos são encorajados a desenvolver um pensamento crítico e reflexivo, permitindo uma educação mais emancipatória e humanizadora.

Nesse sentido, a prática da liberdade e o questionamento diante das situações existenciais no contexto escolar buscam promover o exercício da tomada de decisão, levando o estudante a compreender sua situação social e a agir de forma consciente, conforme destacado por Freire (1983, p. 8): "Segundo essa pedagogia, o aprendizado é um meio de tomar consciência do real e, como tal, só pode ocorrer dentro dessa tomada de consciência". Ao incentivar os estudantes a refletirem sobre sua própria realidade, a educação se torna uma ferramenta de empoderamento, habilitando-os a serem agentes de mudança em suas vidas e em suas comunidades. O processo de aprendizagem se torna significativo, uma vez que está intrinsecamente ligado à compreensão crítica e consciente do mundo ao redor.

Na educação libertadora, os professores e estudantes deixam de ser meros espectadores e repetidores de informações para se tornarem sujeitos ativos de suas próprias histórias. Eles se veem como seres de relações que, por meio da autorreflexão e reflexão sobre suas condições atuais, são capazes de agir conscientemente, "criando e recriando, integrando-se às condições de seu contexto" (Freire, 1983, p. 41). Essa abordagem educa tanto o professor quanto o estudante a serem protagonistas de seu processo de aprendizagem, incentivando-os a discutir e compreender sua própria realidade. Freire (1983) destaca que, na educação libertadora, os professores e estudantes são considerados sujeitos do conhecimento, não meras receptáculos do trabalho docente. Essa perspectiva se opõe à abordagem "bancária" da educação, na qual o conhecimento é simplesmente depositado nos alunos pelo professor. Em vez disso, a prática educativa de Freire é fundamentada na dialética educador-educando, em que ambas as partes são ativas na construção do conhecimento e no diálogo que leva ao desenvolvimento do pensamento crítico e da consciência. Essa relação dialógica e participativa é essencial para a formação de indivíduos críticos e engajados na transformação de sua própria realidade.

Em relação ao ensino problematizador e ao ensino tradicional, Freire e Shor (1986) discutiram questões concretas que os professores enfrentam na busca pela recriação da escola

e da sociedade, conforme apresentado no livro "Medo e Ousadia". É oportuno destacar essas questões neste momento. De acordo com Shor (1980), na escola tradicional, muitas aulas consistem apenas em uma transferência de conhecimento oral, em que o professor desempenha o papel de preletor, oferecendo explicações eruditas sobre sua matéria, enquanto os estudantes simplesmente copiam passivamente o que ouvem. Nesse modelo, raramente são provocados a pensar de forma criativa, não sendo instigados a repensar a maneira como enxergam a realidade ou a serem motivados a agir. Essa abordagem tradicional do ensino, onde o professor é visto como detentor absoluto do conhecimento e o aluno é um mero receptor passivo, contrasta com o ensino problematizador, que se baseia na interação, no diálogo e na reflexão crítica. No ensino problematizador, o professor incentiva os estudantes a questionarem, a refletirem e a participarem ativamente da construção do conhecimento, levando-os a compreenderem o mundo de maneira mais profunda e a se tornarem agentes de transformação social.

Na educação problematizadora, a fala do professor se torna para o estudante um objeto de reflexão, um ponto de partida para a análise crítica. É como se fosse uma codificação de um problema a ser desvendado, tanto pelos estudantes quanto pelo próprio professor, promovendo um ensino crítico e participativo. Conforme Freire (1983), o ato de conhecer, na perspectiva de uma educação libertadora e problematizadora, envolve dois momentos dentro de um ciclo gnosiológico: o conhecer do conhecimento existente e o conhecer do conhecimento novo. O primeiro momento refere-se à compreensão e análise do conhecimento já estabelecido, permitindo que os estudantes reconheçam sua base e suas influências. O segundo momento diz respeito à busca por novos conhecimentos, à ampliação das perspectivas e ao encorajamento para questionar e construir saberes além do já conhecido (Freire, 1983). Assim, na educação problematizadora, o processo de ensino-aprendizagem não se limita à mera transmissão de informações, mas sim ao estímulo do pensamento crítico, da investigação e da criação conjunta do conhecimento, fomentando uma educação mais libertadora, participativa e significativa.

O ciclo gnosiológico mostra a relação entre o conhecimento existente do educador e o conhecimento novo produzido pelo educando. Nessa relação, o "saber de experiência feito" do educando se interconecta com o conhecimento existente por meio de diálogos mediados pela realidade. Esse processo só acontece se o professor estiver aberto, demonstrando humildade, esperança, curiosidade, criatividade e fé no educando, reconhecendo sua capacidade de buscar, aprender, transformar o mundo e a si mesmo.

No ciclo gnosiológico, o diálogo e os sujeitos cognoscentes (educador e educando) desempenham um papel central na educação problematizadora, tornando-se a força motriz que

impulsiona o pensamento crítico-problematizador em relação à condição humana no mundo. Essa abordagem implica em uma práxis social, que nos leva a repensar a vida em sociedade, promovendo discussões sobre nossa cultura, a educação e a linguagem que praticamos. Isso possibilita que enxerguemos a possibilidade de agir de forma diferente, promovendo transformações no mundo que nos cerca.

A problematização, como também abordada por Azevedo e Stella (2003), refere-se a atividades questionadoras e de diálogo, em que os estudantes, por meio do questionamento e da solução de problemas, constroem seu próprio conhecimento. Segundo os autores, essa abordagem deve ser fundamentada na ação do educando, proporcionando a ele a oportunidade de agir e não apenas manipular ou observar passivamente. O diálogo é um momento crucial na educação problematizadora, em que o educador (aquele que possui o saber sistematizado) e o educando (aquele que possui os saberes de experiência feita) se encontram para refletir sobre sua realidade e se lançam na busca de sua vocação ontológica de "ser mais". Além disso, o diálogo promove a aproximação entre educador e educando, estimulando a curiosidade e o questionamento diante do objeto de estudo e da realidade concreta (Freire, 2020),

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) defendem o ensino problematizador, ressaltando que o ato de problematizar não se trata apenas de reconhecer o conhecimento prévio dos educandos, mas sim de formular questões que os conduzam à compreensão e construção do conhecimento científico socialmente aceito. Nessa abordagem, o educador parte do conhecimento prévio dos estudantes como ponto de partida para instigar a curiosidade, o questionamento e a busca por soluções para os problemas apresentados. Ao desafiar os estudantes a pensar criticamente e a construir respostas fundamentadas, o ensino problematizador promove uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, aproximando o conteúdo escolar da realidade dos educandos. Dessa forma, o ensino problematizador permite que os estudantes se tornem mais ativos e participativos no processo educativo, estimulando o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, análise e argumentação.

No ensino de Química, a abordagem educacional da educação problematizadora de Paulo Freire, vista como uma perspectiva pós-alfabetização, assume um significado de construção do conhecimento a partir da realidade, do contexto social, cultural e político em que o estudante está inserido. Esse processo também envolve análise crítica e aprofundamento teórico para a compreensão dessa realidade, visando a formulação de propostas críticas de intervenção. Essa abordagem proporciona oportunidades de contextualização para a abordagem de temáticas na disciplina de Química, indo além dos conteúdos isolados, e permitindo

aprofundar o conhecimento por meio da problematização e construção de novas sínteses voltadas para a ação e intervenção na realidade (Santos; Schnetzler, 2003).

Com o olhar voltado para o contexto diagnóstico, o professor parte para o desenvolvimento do tema gerador, atualizando-o de acordo com os acontecimentos sociais em curso, abrangendo temas como tecnologia, meio ambiente, cultura, política, entre outros. Nesse contexto, o conteúdo de Química, por exemplo, adquire significado para o estudante, deixando de ser apenas uma descrição de fatos isolados e despertando sua consciência social. Através da abordagem problematizadora, o estudante é colocado no centro do processo de aprendizagem, permitindo que ele participe ativamente e se engaje com o conteúdo. Através do diálogo e da participação, o estudante tem a oportunidade de relacionar os conceitos químicos com sua própria realidade, compreendendo como a ciência se conecta com a sociedade em que está inserido (Santos; Schnetzler, 2015).

O diálogo instigado na sala de aula tem como ponto de partida a busca pelo conteúdo programático a ser trabalhado com o educando. Nesse contexto, tanto o professor quanto o estudante se encontram com o objetivo comum de desenvolverem-se como seres humanos, de pensarem criticamente sobre a realidade, compreendendo-a como um processo em constante transformação, contrapondo-se ao pensamento ingênuo (Freire, 2020). Além disso, Santos e Schnetzler (2003) enfatizam que, sem o envolvimento ativo do estudante, a escola terá pouco impacto na consolidação da cidadania. A participação ativa é considerada uma característica fundamental da cidadania, e ser um cidadão significa ser um indivíduo participante. Portanto, o estudante não pode ser visto como uma "tábula rasa" ou passivo, pois a cidadania não é transmitida, mas sim conquistada através do envolvimento e da participação ativa na construção do conhecimento e da transformação da realidade.

Na concepção de educação de Freire (1987), o enfoque está em um processo educativo que se realiza com o povo e não para o povo, visando desvelar e transformar uma realidade marcada por injustiças sociais. O autor enfatiza a importância crucial do diálogo, pois é por meio dele que o povo expressa sua identidade, seus anseios e percepções de mundo, que, por vezes, podem se manifestar de forma ingênuo. É através do diálogo que as contradições sociais vivenciadas pelos sujeitos são problematizadas e compreendidas, impulsionando a conscientização dos indivíduos e o desenvolvimento de ações em prol da transformação da sua realidade.

Auler e Delizoicov (2015) enfatizam que a Investigação Temática possibilita a inclusão de demandas e contradições sociais muitas vezes negligenciadas ou não percebidas pelo viés de uma cultura hegemônica, tanto nos currículos escolares quanto nas agendas de pesquisa. Essa

abordagem se estabelece como um processo dialógico e problematizador sobre a realidade local, visando identificar Temas Geradores que representam as contradições vivenciadas pela comunidade, caracterizando-se, assim, como demandas sociais da comunidade.

1.3 O Diálogo como princípio da Educação Problematizadora proposta por Paulo Freire

O Diálogo para Freire, se constitui no encontro em que se solidariza o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca das ideias a serem consumidas pelos permutantes. Não é, discussão guerreira, polêmica, entre sujeitos que não aspiram a comprometer-se com a pronúncia do mundo, nem com buscar a verdade, mas com impor a sua. Porque é encontro de homens que pronunciam o mundo, não deve ser doação do pronunciar de uns a outros. É um ato de criação. Daí que não possa ser manhoso instrumento de que lance mão um sujeito para a conquista do outro. A conquista implícita no diálogo é a do mundo pelos sujeitos dialógicos, não a de um pelo outro. Conquista do mundo para a libertação dos homens (Freire, 1987, p. 84).

Em sua obra *Educação como Prática da Liberdade*, Freire expressa o fundamento de sua práxis: a comunicação enquanto ação específica do homem. Para que esta comunicação/diálogo seja possível, é necessário considerar alguns pressupostos, atentando para que as palavras não caiam no verbalismo ou se tornem vazias. Os sujeitos envolvidos devem, antes, apropriar-se da autenticidade/verdade para que estas palavras adquiram o caráter genuíno do diálogo. Isto implica, para Freire, numa postura crítica e reflexiva diante das palavras e do mundo. Este mundo se refere a “uma realidade objetiva, independente dos homens, possível de ser conhecida” (Freire, 1996, p. 47). Outra condição está fundada na não exclusão do outro no mundo que o cerca. Esta postura está descrita como uma aceitação mútua entre os sujeitos que dialogam, na maneira crítica com que percebem o mundo e como se comportam, social e politicamente, diante dele.

Freire (2001), ao defender a educação como prática da liberdade tendo como pressuposto a conscientização, revela ser a liberdade importante na participação livre e crítica dos educandos. Dessa forma, o processo pedagógico, inserido na realidade, valoriza a autonomia dos educandos, favorecendo o diálogo, a horizontalidade da relação, promovendo a construção de conhecimentos e habilidades, estabelecendo verdadeiro sentido de troca. Em decorrência do processo de colonização, as relações de poder determinaram uma condição de

opressor-oprimido em nossa realidade social. O caráter explorador e de dominação de uns para com outros está historicamente presente na sociedade brasileira. Pode ser caracterizado, primeiramente, pela relação entre o colonizador e o nativo, entre o senhor e o escravo, e sucessivamente, até os dias atuais, com diferentes configurações e podendo até ser mais sutil do que anteriormente. Percebe-se a permanência da desigualdade, da falta de reflexão e de postura crítica dos participantes nessas relações. Para Freire, é por causa desta disparidade entre os sujeitos que a sociedade se afastou do caminho democrático: “A nossa cultura fixada na palavra correspondente à nossa inexperiência do diálogo, da investigação, da pesquisa, que por sua vez, estão intimamente ligadas a criticidade, nota fundamental da mentalidade democrática” (Freire, 1996, p.104).

Percebe-se, portanto, que a obra *Educação Como Prática da Liberdade* traz em si um modelo educacional idealizado, na tentativa de desviar-se das atitudes e pensamentos irrefletidos, mecânicos, automáticos, que o poder da opressão causara e que limitava a expressão livre, o desenvolvimento crítico-reflexivo e o desprendimento das situações já determinadas pelo poder. Ou seja, um modelo pedagógico que atue no olhar crítico do indivíduo sobre a sociedade, não obstante oferecer a liberdade de cumprir seu processo de humanização através da educação. Foi assim que Paulo Freire idealizou uma alfabetização “em que o homem, porque não fosse seu paciente, seu objeto, desenvolvesse a impaciência, a vivacidade, características dos estados de procura, de invenção e reivindicação” (Freire, 1996, p. 112).

Nessa articulação, para Freire, o diálogo precisa ter um caráter crítico, autêntico, possibilitando uma ação reflexiva com vistas à libertação. O mesmo, enfatiza o diálogo como uma condição para a saída da ignorância política. Para Freire, o diálogo está longe de constituir-se como uma exposição de ideias entre indivíduos: “o diálogo é este encontro dos homens mediatizados pelo mundo, para pronunciá-lo, não se esgotando na relação eu-tu” (Freire, 2005, p. 91). Para Freire, o diálogo é uma relação entre pessoas para juntas, transformarem o mundo, sem que haja, nesta relação, alguma conquista ou domínio de uma pessoa sobre a outra. É neste sentido que Freire associa sua compreensão de diálogo ao sentido da relação dialógica de Martin Buber entre o EU e o TU.

Como condição para estabelecer o diálogo é importante não existir uma estrutura de dominação, desnível social e deve haver simpatia. A matriz do diálogo, consiste numa comunicação reflexiva e crítica, sendo impossível, para aqueles indivíduos que se encontram na situação de opressor, alcançar tais condições, pois “A conquista implícita no diálogo é a do mundo pelos sujeitos dialógicos, não a de um pelo outro. Conquista do mundo

para a libertação dos homens” (Freire, 2005, p. 91). Importante enfatizar que, na *Pedagogia do Oprimido*, o diálogo está sempre relacionado a um processo de humanização. Ele faz parte da existência humana. “Está longe de ser uma exposição de ideias ou um ato de depositar ideias de um sujeito no outro. Nem mesmo pode reduzir-se a discussões, polêmicas, que não visam a pronúncia e transformação do mundo” (Freire, 2005, p. 91).

Na *Pedagogia do Oprimido* o diálogo crítico e libertador é que dá possibilidade à ação reflexiva para a libertação dos oprimidos. O caminho da libertação não está no ato de “depositar” a crença da liberdade nos oprimidos, mas no dialogar com eles. O diálogo está aqui como processo de conscientização para a libertação. O diálogo, para Freire, está intimamente relacionado com o processo de aprendizagem entre sujeitos: educador e educando. A busca do homem deve ser a procura de ser mais, com vistas à humanização dos homens, como vocação ontológica e histórica. Esta busca deve realizar-se na comunhão, em conjunto, na solidariedade, por isso, é impossível ocorrer nas relações opressor-oprimido (Freire, 2005).

Além disso, Freire se apoia em duas vertentes: a dialógica e antidialógica. As atuações dialógica e antidialógica estão submetidas às atitudes do homem. O homem, e somente este, é quem Freire considera um ser de relações. Assim, o homem se torna homem na sua relação com o outro, no mundo e com o mundo. Aqui o termo relação está ligado à noção de diálogo que ocorre entre homens e o mundo visando à transformação deste mundo.

Para Freire, ser dialógico e antidialógico pressupõe duas maneiras de ser. Aquele que age enquanto extensionista atua na teoria antidialógica. É assim que Freire pensa: “A antidialogicidade e a dialogicidade se encarnam em maneiras de atuar contraditórias, que por sua vez, implicam em teorias igualmente inconciliáveis” (Freire, 1979, p. 41). Em Freire, percebemos então que a ação do homem está associada à teoria por que ele opta. Ou seja, a ação do homem será correspondente à ação dialógica ou antidialógica. “Estas maneiras de atuar se encontram em interação; umas no “que fazer” antidialógico; outras, no dialógico. Deste modo, o que distingue o “que fazer” antidialógico não pode ser constitutivo de um “que fazer” dialógico, e vice-versa” (1979, p. 41).

Nessa articulação, o papel do educador dialógico se encontra em conformidade com aquilo sobre o qual Freire tratou na *Pedagogia do Oprimido*, confrontando o que ele chama de “educação bancária” à visão do educador dialógico, em que: “o papel do educador não é o de ‘encher’ o educando de ‘conhecimentos’, de ordem técnica ou não, mas sim o de proporcionar, através da relação dialógica educador-educando, educando-educador, a organização de um pensamento correto em ambos” (Freire, 1979, p. 53).

Mas, quem dialoga, dialoga com alguém sobre alguma coisa. Esta alguma coisa deveria ser o novo conteúdo programático da educação que defendíamos. E nos pareceu que a primeira dimensão deste novo conteúdo, com que ajudaríamos o analfabeto, antes ainda de iniciar sua alfabetização, para conseguir a destruição da sua compreensão “mágica” e a construção duma compreensão crescentemente crítica, seria a do conceito antropológico de cultura, isto é, a distinção entre estes dois mundos: o da natureza e o da cultura (Freire, 1979, p. 70).

Neste aspecto, Freire demonstra que, para ele, existe sempre um assunto mais apropriado em volta do processo dialógico. Desta forma, o diálogo acontece com alguns assuntos já pré-definidos e com o fim de oferecer uma compreensão crítica da realidade no caminho da educação. O diálogo também aparece como meta do educador perante os educandos: “... o papel do educador seja fundamentalmente dialogar com o analfabeto sobre situações concretas, oferecendo-lhe simplesmente os meios com os quais possa alfabetizar” (Freire, 1979, p. 72). É neste sentido que Freire orienta os educadores a adotarem uma postura dialógica, buscando, assim, alcançar de fato a educação e evitar a domesticação. O diálogo é, portanto, um instrumento educativo:

Referimo-nos ao diálogo. Trata-se de uma atitude dialogal à qual os coordenadores devem converter-se para que façam realmente educação e não domesticação. Precisamente porque, sendo o diálogo uma relação eu-tu, é necessariamente uma relação de dois sujeitos. Toda vez que se converte o “tu” desta relação em mero objeto, ter-se-á pervertido e já não se estará educando, mas deformando (1979, p. 78,79).

Não tratar o outro como objeto é, como veremos, uma característica do diálogo que Buber também não cansa de ressaltar. O diálogo, portanto, somente ocorre entre sujeitos, entre “eu e tu”. Somente quando tratamos o outro enquanto sujeito é que podemos nos relacionar com ele de maneira dialógica no processo educacional.

1.4 O Método da Investigação Temática

A Investigação Temática, concebida por Paulo Freire no contexto de ações educativas dialógicas e libertadoras durante o processo de alfabetização e pós-alfabetização, tem como propósito subsidiar a definição do conteúdo programático (Freire, 2011). Esse método pode orientar pesquisas em diversos campos do conhecimento, desde que dedicadas à análise de questões socialmente relevantes e guiadas pela construção de conhecimentos que contribuam

para a superação das problemáticas presentes na realidade concreta daqueles que as vivenciam, buscando a humanização e a justiça social (Saul; Saul, 2017).

Com esta abordagem, reconhece-se que o objeto do conhecimento não pode ser fragmentado em pedaços desconectados da totalidade. Durante a Investigação Temática, cabe ao pesquisador propor aos indivíduos dimensões significativas de sua realidade, cuja análise crítica lhes permita reconhecer a interação de suas partes (Freire, 2011).

Nessa articulação, na obra "Pedagogia do Oprimido", o processo da Investigação Temática é proposto por Paulo Freire a partir de quatro momentos. No entanto, o próprio autor enfatiza a possibilidade e a importância de que esse processo não seja considerado de forma estanque, permitindo que seja reinventado sem perder sua intencionalidade: a humanização do ser humano e do mundo a partir das experiências realizadas em diferentes contextos (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021). A proposta da Investigação Temática, conforme apresentada por Freire, visa engajar os sujeitos envolvidos em um diálogo crítico sobre sua realidade, identificando temas geradores que emergem das contradições e desafios vivenciados no cotidiano. Esses temas são essenciais para a construção de conhecimento significativo e relevante, pois partem das experiências concretas e das demandas reais da comunidade.

Durante o processo de elaboração da pesquisa que se propõe a vivenciar a Investigação Temática, é fundamental refletir sobre três aspectos importantes: o primeiro aspecto refere-se ao processo de escolha do tema e do objeto de pesquisa, que devem ser temáticas socialmente relevantes e cuja abordagem sistemática, realizada enquanto processo de pesquisa, possa contribuir para a promoção de mudanças no sentido da humanização e da justiça social (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021). O segundo aspecto, que se delinea a partir da escolha do tema/objeto, refere-se à sistematização dos procedimentos, técnicas e instrumentos selecionados previamente ao início da pesquisa, levando em conta a necessidade de submissão do projeto para análise dos aspectos éticos envolvidos, bem como para a aprovação em âmbito institucional. O terceiro aspecto aborda a compreensão dos três movimentos que caracterizam o pensar e agir das pessoas envolvidas durante a Investigação Temática: o primeiro é a leitura da realidade, que consiste na identificação das percepções dos sujeitos em relação a si mesmos e à realidade que os cerca; o segundo é a análise crítica da realidade, que envolve uma reflexão profunda e contextualizada sobre os problemas e desafios vivenciados; e, por fim, o terceiro movimento é a elaboração de propostas de ações para a transformação dessa realidade (Abensur; Saul, 2019; Freire, 2011; Pinto, 2015; Saul; Saul, 2017).

Diante dessas reflexões iniciais, discutiremos a realização da Investigação Temática em cinco momentos. Cada um desses momentos possui sua relevância e contribui para a compreensão mais abrangente da realidade estudada e para a busca de soluções coletivas para os desafios identificados. A seguir, serão apresentados e detalhados esses cinco momentos, com o intuito de proporcionar uma visão mais aprofundada da dinâmica e do potencial transformador dessa abordagem de pesquisa.

1.4.1 Momento 1: Entrada no campo e compreensão inicial da realidade

A etapa de entrada no campo, de forma sistematizada, para o desenvolvimento da pesquisa, tem início com a apresentação da proposta aos sujeitos envolvidos, seguindo práticas comuns em outras abordagens de pesquisa. No entanto, a especificidade da abordagem freireana enfatiza a compreensão dos participantes como sujeitos ativos no processo, tornando essa apresentação mais abrangente do que simplesmente obter um consentimento esclarecido para realizar o estudo. Ela se configura como o estabelecimento inicial de uma relação dialógica, fundamentada em valores essenciais como confiança, amorosidade, humildade, fé e esperança, conforme preconizado por Freire (2011). Essas relações estabelecidas no início da pesquisa desempenham um papel crucial em todo o desenvolvimento do estudo e são consideradas critérios relevantes para a avaliação da qualidade das propostas (Streck, 2016; Toledo; Giatti; Jacobi, 2014). A construção de uma relação dialógica permeada por esses valores proporciona uma atmosfera propícia para que os sujeitos envolvidos se sintam respeitados, acolhidos e encorajados a expressar suas percepções e vivências de forma autêntica e significativa.

De acordo com Freire (2011), a confiança, essencial para a construção do diálogo, se estabelece como consequência da percepção pelos sujeitos da amorosidade e da humildade testemunhada pelo pesquisador. O testemunho da humildade implica no reconhecimento de que seus saberes não são suficientes para a compreensão, problematização e transformação da realidade. Assim sendo, somente no encontro com os saberes daqueles que vivenciam as situações em foco no cotidiano é possível construir conhecimentos verdadeiramente potencializadores de mudança.

A confiança estabelecida entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa é reforçada quando o investigador demonstra, por meio de palavras e ações, um diálogo genuíno que parte do princípio inquestionável de que os seres humanos são capazes de transformar a si mesmos e

a realidade em que estão inseridos. De acordo com Freire (2011), a fé na vocação de "ser mais" dos seres humanos é um dos pilares do diálogo e, por consequência, da Investigação Temática.

Freire destaca o "ser mais" como uma necessidade ontológica do indivíduo, alcançável somente por meio da busca pela transformação do mundo como uma necessidade histórico-social. No entanto, essa interação antropológico-histórica/histórico-social ocorre de maneira dialética. Isso ocorre porque, mesmo em nível individual, os seres humanos não têm uma natureza fixa (estrutura), mas sim estão em constante estado de "estão sendo" (processo). Ao mesmo tempo, as coletividades, como processos interacionais, podem inadvertidamente criar estruturas alienantes (Freire, 1996; 2011).

Todavia, o autor enfatiza que essa fé não deve ser ingênua, negando as condições concretas que limitam as possibilidades de transformação da realidade. Ao contrário, essa fé é fundamentada no reconhecimento do processo de inacabamento e historicidade dos sujeitos, compreendendo que a transformação não é um caminho fácil ou imediato. A fé que sustenta o diálogo é crítica e esperançosa e sua força advém do engajamento na luta contínua em direção à humanização (Freire, 2011).

Estes testemunhos de amorosidade, humildade, fé e esperança de que se consolidam ao longo do processo da pesquisa, se iniciam na apresentação da proposta uma vez que nesta ocasião o pesquisador deve deixar claro não somente os procedimentos que serão realizados, mas sobretudo a sua intencionalidade com a efetivação do estudo (Freire, 2011).

Neste sentido, a apresentação da proposta de uma Investigação Temática perpassa a compreensão dos participantes de que as experiências a serem vivenciadas com o pesquisador terão como eixo orientador a análise das experiências cotidianas, das relações que são estabelecidas com outras pessoas e pelas quais constroem a realidade. Além disso, é necessário que as pessoas que estão sendo convidadas compreendam que terão um papel ativo em todo o processo e que o seu "sucesso" depende da responsabilização de todos durante a sua efetivação (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021). Finalmente, é importante que as pessoas compreendam que a intenção da pesquisa não é que o pesquisador proponha soluções "mágicas" e descontextualizadas para a resolução de problemas enfrentados, mas sim que a descoberta das soluções seja fruto de um processo coletivo de análise crítica do que é realmente vivenciado no cotidiano, o que potencializa a probabilidade de sua efetividade e adesão (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021).

Estas compreensões somente se iniciam na apresentação da pesquisa, uma vez que se concretizam a partir da experiência conduzida pelos atores sociais. Ou seja, a confiança e

consequentemente o diálogo somente se fortalecerão se as intencionalidades manifestadas na apresentação da pesquisa se materializarem nos procedimentos e atitudes dos atores sociais durante a sua realização, ou seja, quando houver a “corporificação das palavras pelos exemplos” (Freire, 2011, p. 35).

Realizados estes procedimentos iniciais, dá-se continuidade ao trabalho investigativo com foco no movimento de leitura da realidade vivenciada pelos sujeitos participantes da pesquisa. Considerando que o objetivo primordial desta etapa é a compreensão da realidade a partir da análise das contradições presentes nas diferentes situações existenciais, o autor defende a importância da presença do pesquisador no campo de estudo em diferentes momentos e em interação com diversas pessoas (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021).

Neste estágio da Investigação Temática, o foco está na apreensão das situações vivenciadas no cotidiano e de suas múltiplas dimensões. Isso ocorre por meio da compreensão das relações que os seres humanos estabelecem entre si e com a realidade objetiva, que também é fruto de construção histórica. A pesquisa busca captar a complexidade e a riqueza dessas situações, reconhecendo que as experiências das pessoas são moldadas por diversos aspectos, como o contexto social, cultural, político e econômico em que estão inseridas. Essas situações não são estáticas, mas sim processos dinâmicos e em constante transformação, influenciados pelas interações humanas ao longo do tempo.

1.4.2 Momento 2: Seminários de Identificação das Contradições e Situações-Limite e Preparação dos Círculos de Cultura

Os registros realizados pelo pesquisador, como relatórios, transcrições de entrevistas, dados de formulários e diários de campo, podem ser vistos como codificações que representam as situações existenciais vivenciadas pelos sujeitos. Essas codificações refletem a visão de mundo dos participantes, expressa através de suas ações, falas e interações. Para Freire, as codificações são representações dos aspectos da realidade que serão objeto de reflexão crítica. Elas são como fotografias ou recortes da realidade, capturando momentos e perspectivas específicas. Essas codificações têm o propósito de permitir uma compreensão mais profunda e contextualizada da realidade estudada. (Freire, 2011).

Neste sentido, nos seminários, que devem contar, sempre que possível, com representantes das pessoas que participam da pesquisa, as codificações produzidas na etapa anterior serão alvo de processos de descodificação. A descodificação caracteriza o movimento

da análise crítica, do pensar crítico e se materializa tanto nesta etapa quanto é o movimento principal a ser realizado na etapa dos Círculos de Cultura (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021).

Assim, ao descodificar os dados encontrados, é possível identificar as contradições principais e secundárias que permeiam as situações existenciais e perante as quais as pessoas adotam posturas decisórias. Estas situações, nomeadas como situações-limite, são “dimensões concretas e históricas de uma dada realidade” que se constituem como desafios aos sujeitos e provocam os atos limite, ou seja, as atitudes que “se dirigem à superação e a negação do dado” (Freire, 2011, p. 125).

O entendimento das situações-limite é essencial para a Investigação Temática, pois elas desempenham um papel central no processo de pesquisa. Para Freire, as situações-limite não são obstáculos insuperáveis, mas sim freios que podem limitar a liberdade e a humanização dos sujeitos. Elas são condições históricas que não determinam, mas condicionam o desenvolvimento e a ação dos indivíduos. As situações-limite surgem das diversas circunstâncias históricas em que os sujeitos estão inseridos, e podem representar desafios, conflitos ou dificuldades que impactam suas vidas. No entanto, é importante destacar que essas situações são construções históricas e, como tal, podem ser modificadas e superadas ao longo do tempo. O reconhecimento das situações-limite como construções históricas é fundamental para que os sujeitos tenham esperança crítica, ou seja, uma esperança que não é passiva, mas que os impulsiona a agir e a se comprometer com processos de mudança. A compreensão de que essas situações não são imutáveis, mas fruto de condições sociais, abre caminho para a busca de alternativas e para a construção de novas possibilidades (Freire, 2011).

Nesse contexto, a elaboração das codificações na Investigação Temática tem como objetivo permitir aos participantes da pesquisa não apenas reconhecer a situação existencial representada, mas também se identificarem com ela. Essa abordagem possibilita que, durante o processo de descodificação, as pessoas construam novas percepções da realidade concreta que vivenciam e se engajem no desafio proposto pela pesquisa (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021).

1.4.3 Momento 3 - Círculos de Cultura

Após a elaboração das codificações pelo pesquisador, chega o momento da realização dos Círculos de Cultura, nos quais os envolvidos na pesquisa vivenciam o processo de descodificação em sua plenitude. Nesses círculos, o investigador desempenha o papel de um ouvinte atento, adotando uma atitude ética de acolhimento, rigor e, sobretudo, respeito ao

direito do outro de se expressar por meio de suas palavras, gestos e atitudes, como preconiza Freire, 2011). A prática da escuta atenta é essencial para promover um ambiente propício ao diálogo e à reflexão crítica. Por meio desse exercício, o pesquisador mobiliza o processo de descodificação, permitindo que os participantes da pesquisa interpretem e compreendam as codificações apresentadas. Nesse contexto, o pensar crítico é estimulado, e os sujeitos são encorajados a refletir sobre suas próprias experiências e percepções da realidade (Freire, 2011).

O pensar crítico, na obra freireana também referido como pensar certo, pensar verdadeiro ou pensar autêntico, se caracteriza por uma “maneira”, uma “atitude” de pensar que parte necessariamente da percepção da realidade enquanto processo histórico e, assim sendo, passível de transformação. Essa concepção exige que o pensar crítico se direcione para o desvelamento e compreensão das razões de ser das situações vivenciadas na realidade e das percepções que se tem delas (Freire, 2011).

Neste sentido, a descodificação se constitui, como afirma Freire (2011) como um processo que busca o início da superação da consciência real pela consciência máxima possível. Assim, neste processo é possível, em diferentes níveis que dependem das especificidades de cada grupo e de cada situação de pesquisa, realizar a denúncia das situações desumanizadoras vivenciadas e representadas nas situações-limites a partir da compreensão das suas razões de ser.

Neste sentido, problematizar é realizar perguntas que tenham a intencionalidade clara e explícita de criar as condições para que os sujeitos reflitam sobre si e sobre o mundo, para que estes percebam não só a realidade em análise, mas também a percepção que tem desta realidade. Ao perceberem a “percepção anterior” vive-se a possibilidade de identificar concepções ingênuas e/ou equivocadas e também perceber o que antes não era visto, mas que influenciava e condicionava as ações resultantes dessas reflexões (Freire, 2011).

Assim, nos encontros dialógicos, problematizar é criar as condições para que sejam desveladas as contradições que marcam a existência e as razões de sua ocorrência e para que se perceba temas geradores que envolvem e são envolvidos pelas situações-limite. Estes temas geradores transcendem as situações específicas, mas as permeiam e são por elas alimentados, se relacionando diretamente aos condicionamentos históricos, culturais, sociais, políticos e econômicos da existência humana. Os temas se configuram por dimensões que se sobrepõem do nível global ao individual, geram tarefas a serem vivenciadas na realidade que, se não percebidas verdadeiramente pelos sujeitos, contribuem para que as situações-limite sejam

compreendidas enquanto determinantes históricas e assim sendo não passíveis de transformação (Freire, 2011).

Ao analisar criticamente as contradições que caracterizam as situações-limite e ao identificar os temas geradores (em seus diferentes níveis e alcance) que demandam tomadas de decisão e atitudes, torna-se possível o movimento de proposição de soluções de enfrentamento antes não percebidas, os inéditos viáveis (Freire, 2011). Os inéditos viáveis se referem às soluções “viáveis”, ou seja, soluções que podem ser efetivadas considerando os condicionamentos da realidade histórica na qual se encontram, não sendo, portanto, soluções vislumbradas de forma ingênua e acrítica. Os inéditos viáveis se nutrem e ao mesmo tempo nutrem a esperança que age enquanto espera confiante na construção de uma sociedade mais justa para todos e todas (Freire, 2011).

Os momentos vivenciados nos Círculos de Cultura demandam rigorosos registros através de gravações (posteriormente transcritas), relatórios, diários de campo e outras formas. Estes registros serão organizados, submetidos a técnicas de análise de dados que possibilitem a sua descrição, análise e interpretação na etapa subsequente.

1.4.4 Momento 4 - Sistematização dos achados da investigação, exploração dos temas geradores, avaliação e socialização do processo

Neste contexto, após delimitar o tema de estudo na Investigação Temática, são realizados procedimentos de redução temática, os quais consistem em dividir a totalidade do tema em foco em partes que o constituem, resultando em tópicos que compõem o conteúdo programático. Essa divisão em tópicos temáticos é essencial para que seja possível a totalização do conhecimento na elaboração das codificações temáticas, que serão recursos fundamentais para a ação educativa. Durante esse processo de redução temática, a equipe de pesquisa tem a possibilidade de identificar e inserir temas que, embora não tenham sido explicitados nos Círculos de Cultura, possuem relevância e se constituem como elos de conexão entre os temas discutidos naquele momento. Esses temas são denominados "temas dobradiças" por Freire (2011), pois possibilitam a articulação e integração de diferentes aspectos da realidade abordada.

Considerando a utilização da Investigação Temática como metodologia para a pesquisa acadêmica, é importante destacar que esse último momento pode ser delineado de diversas formas, mas sempre mantendo sua intencionalidade de sistematização de propostas de

intervenções direcionadas para a transformação da realidade em foco da pesquisa (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021).

Neste âmbito, chamamos a atenção para a importância do tema gerador ou dos temas geradores identificados como alvo de discussão crítica e aprofundada pelo pesquisador no relatório final da pesquisa. Discussão que parta da realidade analisada na pesquisa, mas que não fique a ela presa, ampliando o horizonte interpretativo para além da realidade local e conectando-a ao contexto global. Isso se torna possível e inclusive necessário, ao considerarmos que os temas geradores se apresentam, em níveis concêntricos e por si só fazem esse movimento global-individual. Esta análise contribui para que o conhecimento produzido na investigação sirva de subsídio para a realização de outras pesquisas com as quais se aproxima temática e contextualmente (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021).

Além disso, é necessário que o pesquisador apresente aos leitores de seu relatório final um delineamento básico de ações que poderiam ser desenvolvidas a partir dos resultados da pesquisa. Este delineamento, que expressa os inéditos viáveis desvelados no processo de produção de conhecimento, poderá ou não ser implementado e avaliado pelo pesquisador. Em relação a isto, é importante considerarmos que a pesquisa se constitui como uma atividade acadêmica e assim sendo com limites temporais que muitas vezes impedem a continuidade das ações de forma diretamente vinculada ao estudo (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021).

Destacamos que embora a Investigação Temática tenha sido desenvolvida para a definição do conteúdo a ser objeto de atenção nas práticas educativas dialógicas, a mesma se constitui no e pelo diálogo, conforme discutimos ao longo deste texto. Constituindo-se enquanto diálogo, a Investigação Temática se caracteriza por ser um processo formativo conscientizador e como tal traz em si contribuições para a transformação da realidade, uma vez que se espera que os sujeitos participantes, ao pensarem mais criticamente sobre a realidade, atuem também mais criticamente, quando comparados ao início da pesquisa (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021).

Considerando esses aspectos, é importante enfatizar a relevância da socialização e da divulgação não apenas dos resultados da pesquisa, mas também do percurso percorrido ao longo do processo de investigação. Essa divulgação deve ir além do âmbito acadêmico e alcançar os contextos reais onde as situações abordadas na pesquisa acontecem. A devolutiva nos contextos torna-se, assim, uma expressão da amorosidade e do compromisso assumido pelo pesquisador no início do processo, mas também representa uma oportunidade para descobrir novas pesquisas que sejam socialmente relevantes (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021).

1.4.5 Os três Momentos Pedagógicos (3MP) no contexto da educação dialógica Freireana

Paulo Freire (2005) propôs uma educação voltada aos problemas reais, buscando desenvolver a consciência crítica, a autonomia do indivíduo para sua capacidade de decisão, remodelando estruturas curriculares da época. Nessa articulação, Delizoicov (1982), em 1979 a convite do governo guineense, Demétrio Delizoicov Neto e José André Peres Angotti, realizaram uma experiência educacional na Guiné-Bissau, coordenando o “Projeto Formação de Professores de Ciências Naturais” no Centro de Educação Popular Integrada (CEPI).

Segundo Delizoicov (1982) o projeto contemplava a formação de professores e a produção de material didático para educação formal, ao nível de 5ª e 6ª séries de 1º Grau. O projeto tinha como base uma proposta pedagógica de acordo com a concepção problematizadora de Paulo Freire. Nesse olhar educacional, Freire (2011) enaltecia o trabalho a partir de temas geradores decorrentes das vivências da população. Esse fato foi contemplado na proposta de trabalho desenvolvida com os guineenses, em que as disciplinas eram ofertadas a partir de temas, isso porque, a maioria da população que frequentava o CEPI viviam no meio rural.

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) os temas geradores foram idealizados como um objeto de estudo que compreende o fazer e o pensar, o agir e o refletir, a teoria e a prática, pressupondo um estudo da realidade, fazendo emergir uma rede de relações entre situações significativas individuais, sociais e históricas, proporcionando também, uma rede de relações que orienta a discussão, a interpretação e a representação da realidade.

Nessa articulação, a organização dos trabalhos escolares desenvolvidos em Guiné Bissau seguia, segundo Delizoicov (1982), os temas geradores, através de três momentos pedagógicos (3MP), denominados: “Estudo da Realidade” (ER), “Estudo Científico” (EC) e “Trabalho Prático” (TP), sendo todas as etapas baseadas no diálogo entre professor, estudante e conteúdo.

Durante o desenvolvimento dos trabalhos pedagógicos na experiência guineenses, houve algumas incorporações que geraram mudanças na programação, dando origem ao que hoje de nominamos de Três Momentos Pedagógicos (3MP). A perspectiva dialógica envolvida no processo de codificação-problematização-descodificação apontado pelos autores Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), apresenta oportunidade para o professor captar o conhecimento do senso comum que os estudantes possuem, e, a partir desse conhecimento,

estimular e proporcionar elementos contextuais para o estudante ampliar sua visão de mundo com o conhecimento científico.

Nesse contexto, é possível que o diálogo problematizador, esteja presente em cada momento pedagógico, potencializando a participação do educando no processo de apropriação do conhecimento. Nesse sentido, Delizoicov afirma que o objetivo dos Três Momentos Pedagógicos é:

[...] garantir a presença constante de análises e sínteses dos conhecimentos em discussão, através do processo dialógico contido na “fala do outro” e na “fala do coordenador”, na do educando-educador e na do educador-educando (Delizoicov, 1982, p. 184).

A partir da experiência desenvolvida com os 3MP no Centro de Educação Popular Integrada (CEPI), percebeu-se a incorporação da dialogicidade, em cada um dos momentos pedagógicos e verificou-se que o terceiro momento não se destinava exclusivamente a construção de materiais e atividades estimuladas pelo Estudo Científico (Angotti, 2015).

Observou-se também, que havia um retorno aos questionamentos feitos no primeiro momento, Estudo da Realidade, com proposições a novos questionamentos possíveis de serem resolvidos pelos conteúdos científicos do segundo momento, e por conseguinte, perante essas observações, optou-se em modificar a nomenclatura do terceiro momento denominado Trabalho Prático, para Aplicação do Conhecimento (Muenchen, 2010).

Muenchen (2012) cita a alteração da nomenclatura do segundo momento “Estudo Científico” para “Organização do Conhecimento”, considerando que para Pernambuco (1994) este momento não era mais científico do que os outros. Portanto, na estruturação de currículo, os momentos pedagógicos foram aplicados conforme a Investigação Temática e Redução Temática de Freire (2011), a começar do Estudo da Realidade (ER), da Organização do Conhecimento (OC) e da Aplicação do Conhecimento (AC). Por se tratar de uma reforma curricular, no Estudo da Realidade (ER) eram coletadas as informações sobre a comunidade em que a escola estava inserida, bem como seus interesses, objetivos e expectativas. Posteriormente, no coletivo, os professores identificavam o assunto de maior relevância resultando no tema gerador que norteava a construção do currículo escolar (Muenchen, 2010).

Para contemplar os aspectos apresentados, a atuação docente em sala de aula pode ser estabelecida pela dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos que, a partir das reflexões de Angotti (2015), possuem funções específicas e diferenciadas entre si: A Problematização Inicial

(PI), que segundo Angotti (2015), é o momento em que são tratadas as situações reais, aquilo que os estudantes vivenciam e tem relação com o tema de estudo ou situações significativas, estabelecendo relações com conhecimentos, que fazem parte das teorias científicas, para promover a contextualização dos conteúdos.

É nesse momento que se problematiza o conhecimento, com discussões por meio de questões norteadoras do tema/ situações significativas, favorecendo à apreensão e compreensão do entendimento dos estudantes sobre elas. Cabe ao professor, neste momento, mediar o diálogo, fomentar o debate e instigar a curiosidade. Dinâmicas de ensino, filmes, documentários, jogos educativos, entre outros são estratégias que contribuem para essa etapa. O autor afirma que:

O ponto culminante dessa problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém; ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado (Angotti, 2015, p.16).

Além Disso, Delizoicov e Angotti (2015, p.27), recomendam que a postura do educador “seja mais de questionar e lançar dúvidas do que de responder e fornecer explicações”. Enfatizam que a problematização pode ocorrer, pelo menos, em dois sentidos. De um lado, as concepções alternativas dos estudantes, aquilo que o educando já tem noções, fruto de aprendizagens anteriores, que podem emergir com a discussão problematizada. De outro, um problema a ser resolvido, quando o estudante deve sentir a necessidade de conhecimentos que ainda não possui. Os autores, explicam ainda que o critério para a escolha das questões “é o seu vínculo com o conteúdo a ser desenvolvido, ou seja, necessariamente relacionadas com o conteúdo de Ciências a ser estudado” (Delizoicov; Angotti, 2015, p.16).

Como segundo momento pedagógico, tem-se a Organização do Conhecimento (OC). Momento em que o professor estabelece um elo, entre os conhecimentos prévios e as experiências dos estudantes, aos conteúdos escolares propriamente ditos, de modo que os estudantes desenvolvam conceitos científicos para a compreensão do que está sendo problematizado (Delizoicov; Angotti, 2015). O estudo transcorre de forma sistemática, tendo o professor como orientador. Angotti (2015, p. 18) declara que é nessa etapa é que atividades diversificadas, a aula sobre o conteúdo propriamente especificado, a resolução de problemas e exercícios, tais como os propostos em livros didáticos, podem desempenhar sua função formativa, na apropriação de conhecimentos específicos.

Delizoicov e Angotti (2015), explicam que, no segundo momento: o conhecimento em Ciências Naturais necessário para a compreensão do tema e da problematização inicial será sistematicamente estudado sob orientação do professor. Serão desenvolvidos definições, conceitos, relações. O conteúdo programado é preparado em termos instrucionais para que o estudante o aprenda de forma a, de um lado perceber a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos problematizados, e, de outro, a comparar esse conhecimento com o seu, para usá-lo para melhor interpretar aqueles fenômenos e situações.

Conforme destacado, nota-se a presença do termo “tema”. Ou seja, introduz-se a ideia de que a intenção é que o conhecimento científico está colocado na perspectiva de compreensão da problematização e do tema, e não como um fim em si mesmo. Para desenvolver esse momento, o professor é aconselhado a utilizar como recurso diversas técnicas de ensino, tais como: estudo em grupo, seminários, visitas e excursões.

Quanto a Aplicação do Conhecimento (AC), terceiro momento pedagógico, Angotti (2015) explica que ao abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo estudante para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. Como no momento anterior, as mais diversas atividades devem ser desenvolvidas, buscando a generalização da conceituação que já foi abordada, e, inclusive formulando os chamados problemas abertos (Angotti, 2015, p.17).

Nessa etapa, a partir dos temas abordados, cabe ao professor articular a estrutura do conhecimento científico com as situações significativas, por intermédio teórico fornecido pela ciência, do que meramente empregar algoritmos matemáticos ou problemas típicos dos livros didáticos. A interação do educando com o conhecimento científico contribui para a compreensão de modo significativo, neste momento da aplicação do conhecimento.

O fundamental, nesse momento pedagógico, é desenvolver no estudante a capacidade para articular os conhecimentos aprendidos às situações reais, percebendo a importância dos conceitos e teorias. O processo de avaliação deve estar pautado na capacidade do estudante em usar o conceito para compreender tanto as situações iniciais que determinam seu estudo, como as situações novas, que possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

Nesse contexto, ensinar a partir de temas ou de situações significativas exige, de acordo com Angotti (2015), leituras complementares, análise da realidade histórica que os estudantes vivenciam e flexibilidade da escola e dos professores para produzir trabalhos articulados às

exigências locais, visando possível solução de problemas da sociedade. O diálogo entre educação e a realidade é uma constante na utilização de temas geradores e, muitas vezes, torna-se necessário que o professor inclua temas além daqueles que foram sugeridos pelos estudantes. Segundo Delizoicov e Angotti (2002), a abordagem temática tem a preocupação com a apreensão dos conhecimentos e sua utilização, além da sua aproximação com fenômenos ligados a situações vividas pelos educandos.

Os autores também admitem que os três momentos pedagógicos (3MP) são usados na ação didático-pedagógica de outras disciplinas escolares, além de Ciências e favorece o encontro dos componentes do ensino: aluno, professor, meio social e conhecimento. Pernambuco (1994) salienta que o uso dos 3MP pode ocorrer numa perspectiva não prevista na sua forma original, destacando textos didáticos, artigos científicos e, até mesmo, para planejar cursos de formação.

Por outro lado, Delizoicov (2008) alerta ao cuidado de não reduzir os 3MP a uma simples estratégia didática de organização das aulas. Esses momentos sejam como prática de sala de aula ou como estruturador de currículos e programas de ensino devem sim, ser um desafio para professores, que almejam identificar limitações nas compreensões tanto de estudantes como de professores, a fim de construir o conhecimento de forma prazerosa e transformadora, tendo em vista a construção do cidadão crítico e produtivo.

Considerando os pressupostos da educação problematizadora e dialógica, destacamos uma abordagem para o ensino de ciências que converge para alguns deles, como, por exemplo, para a tomada de consciência (Freire, 1983). Nesse viés, estamos nos referindo a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), visto que ela propõe a articulação entre os conhecimentos Científicos, Tecnológicos e Sociais no contexto do ensino, para formação de cidadãos aptos e conscientes de seu papel na sociedade (Firme, 2020).

A abordagem CTS busca promover a aquisição de conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomadas de decisões responsáveis sobre questões sociais que envolvem a Ciência e a Tecnologia e no encaminhamento de questões desta natureza, em prol da emancipação social da população, visto que a sociedade é marcada por desigualdades e injustiças sociais, muitas vezes decorrentes do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico (Santos, 2007).

1.5 O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): origem e pressupostos teóricos e metodológicos

Em meados dos anos 60, a concepção das pessoas acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade era de que o progresso da Ciência e da Tecnologia conduzia linearmente ao progresso social. Isso nos induz, facilmente, a pensar que quanto maior o desenvolvimento e o avanço da Ciência, mais Tecnologia temos à disposição, conseqüentemente, mais riquezas, resultando em um maior bem-estar social (Santos; Maldaner, 2010).

Essa ideia linear e positivista de compreender a Ciência e a Tecnologia foi propagada facilmente pelo fato de não ter ocorrido naquele momento o confronto/reflexão entre o movimento dialético e o avanço científico, tecnológico e suas conseqüências para a sociedade (Ferreira, 2014). Assim, com a tomada de consciência da sociedade sobre os acontecimentos sociais e ambientais associados às atividades científicas e tecnológicas chegava ao fim a ideia de que a Ciência e a Tecnologia resolveriam todos os males da humanidade.

Atualmente, percebemos que as inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade parecem ser complexas e difusas e, que a Ciência e a Tecnologia não são neutras, muito pelo contrário, são processos nos quais interesses sociais, históricos, políticos e econômicos exercem influência de maneira determinante (Santos; Mortimer, 2001).

Buscando compreender a dimensão da Ciência e da Tecnologia dos pontos de vista histórico, social e cultural, começam a aparecer, na Europa e nos Estados Unidos, alternativas para vigiar o desenvolvimento científico-tecnológico, por meio dos primeiros indícios do movimento CTS³. Ele aparece como alternativa da comunidade acadêmica, com o intuito de avaliar o modelo linear que havia se estabelecido e de entender a Ciência e a Tecnologia como um processo social no qual valores morais, concepções religiosas, interesses políticos e econômicos, entre outros, agem de maneira a formatar as ideias do contexto científico-tecnológico (Pinheiro, 2005).

Nessa perspectiva, de acordo com Linsingen (1999), o Movimento CTS seguiu três grandes direções: no campo das pesquisas, no campo das políticas públicas e no campo da educação. Essas três direções reúnem diferentes tradições CTS (a tradição norte-americana e a tradição europeia) conectadas pelo chamado “silogismo CTS” o qual é baseado em três premissas:

³ Nesta pesquisa adotamos o acrônimo CTSA, ou seja, enfatizamos as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente dado que direcionamos o nosso olhar para as questões ambientais relativas ao descarte de lixo eletrônico. Entretanto, na discussão sobre a origem e os pressupostos teóricos desta abordagem, consideramos o acrônimo CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), visto que foi a partir do Movimento CTS que essas relações foram inseridas no contexto educacional.

- ✓ A primeira premissa (tradição europeia) trata o desenvolvimento científico e tecnológico como um processo configurado por fatores culturais, políticos, econômicos e epistêmicos;
- ✓ A segunda premissa (tradição norte-americana) considera a mudança científica e tecnológica como um fator determinante para moldar as nossas formas de vida. De caráter mais pragmático, preocupa-se com as consequências sociais e ambientais dessa mudança;
- ✓ E a terceira premissa, considera que todos compartilham um compromisso democrático. Essa premissa justifica a inserção de mecanismos educativos que promovam a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico e tecnológico para possibilitar a participação consciente e democrática da sociedade no desenvolvimento científico e tecnológico (González *et al.*, 2005).

Nessa perspectiva, passam a ser configurados estudos CTS, que se desenvolvem em níveis mais complexos tanto no que diz respeito à teorização quanto aos métodos de indagação e análise, buscando compreender a dimensão social da CT, deslocando-a não só a um contexto discursivo acadêmico como também para o campo do debate político. Sendo assim, esse movimento que surgiu tanto em função dos problemas socioambientais gerados pelo cenário socioeconômico da CT, como em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade Aikenhead, 2002; Santos, 2011; Santos; Schnetzler, 2010).

Essa politização além de romper com o modelo político tecnocrático, contribui para uma mudança de mentalidade que reflete na compreensão do papel da Ciência e Tecnologia e suas aplicações na vida das pessoas. Diante dessa nova mentalidade e compreensão consequente desse processo passou-se a postular algum controle, ou possibilidade de controle, da sociedade sobre a atividade científico-tecnológica. Todas essas mudanças culminaram com uma quebra no contrato social estabelecido para Ciência e Tecnologia, baseado no modelo de desenvolvimento linear tradicional de progresso (Auler; Bazzo, 2001), segundo o qual, o Desenvolvimento Científico (DC) gera Desenvolvimento Tecnológico (DT), este gera o Desenvolvimento Econômico (DE) que gera por sua vez, o Desenvolvimento Social (DS).

Portanto é possível perceber que o movimento CTS defende o rompimento com os conceitos do desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, tendo como viés para tal rompimento o incentivo a participação social e a criação de mecanismos institucionais que possibilitem essa participação.

1.5.1 Origem do Movimento CTS

O surgimento do movimento CTS e sua caracterização enquanto campo de estudos está associado a um período histórico de convulsão social. Nesse campo de estudos, segundo Garcia, Cerezo e López (1996), é possível perceber duas tradições com distintos interesses e pontos de partida: a tradição europeia (Estudos sobre Ciência e Tecnologia) e a tradição americana (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

Os autores afirmam que a principal diferença entre as tradições está na dimensão social da Ciência e da Tecnologia, enquanto que a tradição europeia coloca a ênfase na dimensão social antecedente aos desenvolvimentos Científico-Tecnológicos, na americana, a dimensão social é entendida como as consequências sociais, ou como os produtos da Ciência-Tecnologia incidem sobre as formas de vida e organização social. Aparecendo como alternativa da comunidade acadêmica, com o intuito de avaliar o modelo linear que havia se estabelecido e de entender a ciência e a tecnologia como um processo social no qual valores morais, concepções religiosas, interesses políticos e econômicos, entre outros, agem de maneira a formatar as ideias do contexto científico-tecnológico (Pinheiro, 2005).

De acordo com Pinheiro (2005) as ideias bases para o movimento CTS surgiram em dois grupos distintos, o grupo de origem Europeia partiu do Programa Forte com uma característica de investigação acadêmica, e apenas a partir dos anos 80 a tecnologia foi incorporada (Pinheiro, 2005). Adicionalmente, para este grupo a ciência e a tecnologia não são apenas aplicáveis na sociedade, mas fazem parte de um processo social. Os estudos sociais da ciência e da tecnologia envolviam o construtivismo social e a flexibilidade, sendo utilizados predominantemente nas ciências sociais, tendo como principais autores Barry Barnes, David Bloor e Steven Shapin (Pinheiro, 2005).

Nesta mesma linha, outro programa que surgiu foi o SCOT (Social Construction of Technology) – Construção Social da Tecnologia, o qual, de acordo com Pinheiro (2005) foi voltado para a sociologia do conhecimento científico, entendendo-se que o desenvolvimento tecnológico é concebido como um processo de variação e seleção, e teve como alguns de seus participantes Trevor Pinch e Wiebe E. Bijker.

A tradição americana, segundo Garcia (1996), apresentou um caráter mais prático em relação à europeia, pois nela a tecnologia pode ser percebida como um produto que tem capacidade de influenciar as estruturas e a dinâmica social. Nos Estados Unidos, esse movimento surge em resposta a uma inatividade sociocultural estabelecida nos anos cinquenta.

Os questionamentos da época giravam em torno do caráter benéfico da Ciência e da Tecnologia, e a grande crítica era a ideia, já então mencionada, de progresso essencialista. As reivindicações tinham um caráter de ativismo, na qual, se defendia os interesses públicos. Esse ativismo americano atuou em diversas áreas como consumismo, direito civil, meio ambiente, protestaram contra a guerra do Vietnam, empresas multinacionais e energia nuclear.

Os estudos CTS, nessa perspectiva centralizam-se nas consequências sociais e ambientais que o desenvolvimento científico-tecnológico pode causar. Apresentando como fundo epistemológico os conhecimentos da ética, história da tecnologia, teoria da educação, ciências políticas e filosofia social. O marco histórico impulsionador nesse contexto americano foi a criação em 1969 da EPA - *United States Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos estados Unidos), além do Office of Technology Assessment (Escritório de Avaliação de Tecnologias) em 1972.

Além disso, diversos movimentos sociais americanos entre os anos de 1970 e 1990 contribuíram para os estudos em CTS. Dentre eles destacam-se: os movimentos ambientais agressivos que pregavam a desobediência civil, movimentos contrários a construção de centrais nucleares, protestos contra o tratado ABM (Tratado de mísseis antibalísticos), debates públicos em Cambridge e Massachusetts em 1976 e etc. O próprio movimento ecologista contemporâneo teve sua origem entrelaçada a esse contexto. O quadro 1, sintetiza as principais diferenças entre as duas tradições, a europeia e americana, no enfoque CTS.

Quadro 1 - Tradição Europeia e Americana para abordagem CTS

TRADIÇÃO EUROPEIA	TRADIÇÃO AMERICANA
Institucionalização acadêmica na Europa (em suas origens).	Institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos (em suas origens).
Ênfase nos fatores sociais antecedentes.	Ênfase nas consequências sociais.
Atenção à ciência e, secundariamente, à tecnologia.	Atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência.
Caráter teórico descritivo.	Caráter prático e valorativo.
Marco explicativo: ciências sociais (antropologia, sociologia, psicologia, etc.).	Marco avaliativo: ética, teoria da educação

Fonte: Adaptado de Pinheiro, (2005).

Assim, várias agências, sociedades profissionais e publicações, nos Estados Unidos e Europa indicavam o grau em que as questões relacionadas à Ciência e Tecnologia estavam afetando a sociedade. Indicavam, também, a seriedade com que foram tomadas tais questões, tanto no interior da comunidade tecnocientíficas, como nas mais externas esferas acadêmicas e públicas. Diante de várias discussões e aprofundamento sobre esse movimento, houve a

propagação de três direções de estudos em CTS nos campos da investigação, de políticas públicas e da educação (Santos *et al.*, 2010).

No campo da investigação, os estudos foram mais centrados na promoção de uma visão mais contextualizada da Ciência. No campo das políticas públicas, as discussões foram pautadas em defender uma participação pública maior e mais ativa relacionadas com as questões envolvendo ciência e tecnologia. E no campo da educação, o empenho foi voltado para a busca do ensino de ciências mais crítico e contextualizado, contribuindo para promover maior participação da sociedade em questões sobre o desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (Strieder, 2012).

O Movimento CTS surge a partir de uma visão crítica do papel da Ciência e da Tecnologia na sociedade, uma vez que a degradação do ambiente e a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico às guerras tornaram a ciência e a tecnologia alvo de um olhar mais crítico (Auler; Bazzo, 2001).

Nesse contexto, a mudança de visão da Sociedade referente a Ciência e a Tecnologia provocada pelos Movimentos CTS refletiu-se nas inovações educativas e provocou novos direcionamentos para os conteúdos curriculares, para metodologias de ensino e para os objetivos educacionais. Assim, consideramos que uma educação baseada na integração CTS, poderá assumir uma práxis transformadora da sociedade, visto que “cada geração tem o direito de agir, dentro dos limites definidos pelas regras da vida democrática, com o objetivo de mudar a sociedade” (Bustamante, 1997, p. 17).

O Movimento CTS busca desenvolver e implantar uma nova postura para o ensino das Ciências (Silva, 2000), visando uma conscientização do impacto da Ciência e da Tecnologia na Sociedade moderna, e sugerindo uma nova estruturação que alcance as dimensões, conceitual, formativa e cultural dos estudantes (Teixeira, 2003). Nesse sentido, o Movimento CTS inspira uma tendência educativa que visa promover a alfabetização científica e tecnológica para habilitar as pessoas a tomarem decisões responsáveis em questões controvertidas relacionadas com a qualidade de vida de uma sociedade impregnada de Ciência e de Tecnologia (Acevedo, 1996). Em outras palavras, trata-se de compreender melhor o papel da CT no seu contexto social a partir da abordagem das inter-relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico e os processos sociais.

Com essa perspectiva, a relação mútua entre CTS, no ensino de Ciências, particularmente no ensino de Química, pode conferir significado aos conhecimentos escolares, ampliando suas utilidades e aplicações em diferentes contextos; colaborar na formação de

cidadãos capazes de opinar com conhecimento e responsabilidade social sobre os diversos desafios contemporâneos; contribuir para evitar distanciamentos entre a ciência e a tecnologia, uma vez que, nos dias de hoje, esses domínios estão profundamente interligados; e funcionar como um elemento motivador para os estudantes (Acevedo e Acevedo, 2002).

Para que a abordagem CTS se faça presente no contexto educacional, é preciso compreender os aspectos, presente no quadro 2, que envolvem a natureza da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e suas inter-relações (Monteiro, 2018).

Quadro 2 – Os nove aspectos do movimento CTS

ASPECTOS CTS	ESCLARECIMENTOS
1. Natureza da Ciência	Ciência é uma busca de conhecimento dentro de uma perspectiva social.
2. Natureza da Tecnologia	Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3. Natureza da Sociedade	A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4. Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5. Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia geralmente o estilo de vida do grupo.
6. Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Através de investimento e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7. Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8. Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9. Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: (Santos; Schnetzler, 2015, p. 69).

De acordo com Sasson (2003), o crescimento exponencial dos avanços científicos e tecnológicos é um fato perceptível atualmente. Dentre as questões colocadas pelo autor, foi discutido questão de como elevar o nível da cultura científica e tecnológica dos cidadãos. Segundo este autor, este nível não está à altura das expectativas de uma sociedade influenciada fortemente pela ciência e tecnologia, e que precisa, também, julgar os benefícios e desvantagens do desenvolvimento científico e tecnológico. É no contexto desta questão que se concebe a necessidade de uma alfabetização científica e tecnológica para a qual o ensino de Ciências, em particular o ensino de Química, pode contribuir.

Nesse viés, considera-se como objetivo da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) divulgar informações para a população, para que as decisões tomadas pelos técnicos possam ser compreendidas e controladas democraticamente. “Se trata de outorgar

responsabilidades à sociedade ou em todo caso, de chegar a uma situação na qual cidadãos não experimentem um sentimento de impotência frente à ciência e à tecnologia [...]” (Fourez, 1994, p.23-24).

Segundo Fourez (1994), uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente é capaz de: utilizar conceitos científicos e integrar valores e saberes para adotar decisões responsáveis na vida; compreender que tanto a sociedade exerce um controle sobre a ciência e a tecnologia como a ciência e a tecnologia produzem impactos sociais; compreender que a sociedade exerce um controle sobre a ciência e a tecnologia através de políticas que lhes outorga; reconhecer tantos os limites como a utilidade da ciência e da tecnologia no progresso do bem-estar humano.

Portanto, considera-se necessária uma inovação no ensino de Ciências, especificamente no ensino de química, na qual, objetive fomentar nos estudantes uma alfabetização que possibilite o desenvolvimento da cidadania, o reconhecimento de que são necessários, os conhecimentos científicos e tecnológicos, para se posicionarem com fundamento e responsabilidade, diante de possíveis avaliações e julgamentos frente às implicações sociais provocadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico. Neste aspecto, as tentativas de renovação do ensino de química tendem a uma educação mais humanista, pois propõem uma aproximação maior com contextos reais (Martins, 2002).

Assim, percebe-se que o ensino baseado no movimento CTS não tem relação com a abordagens tradicionais e conteudistas. A mesma, promove uma representação no planejamento curricular em todos os níveis de ensino (Acevedo, 2009). Dessa forma, discutir as inter-relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no âmbito educacional é possibilitar a compreensão do ser cidadão e seu papel na sociedade. Essa perspectiva possibilita ao estudante a assumir uma postura crítica e questionadora num futuro próximo (Pinheiro *et al.*, 2007).

Com relação à nomenclatura, encontra-se na literatura Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). O que ocorre é que, de acordo com os trabalhos desenvolvidos por Auler (2002, p. 12), a partir das orientações do Ensino de Ciências Pós-Mudanças Conceituais, o ensino de ciências pode ser desenvolvido segundo as orientações CTSA, em que Sociedade e Ambiente são tomados como ponto de partida, tendo perspectiva cognitiva, sendo vislumbrado como epistemologia a Filosofia da Ciência de forma externalista, e a incorporação da dimensão axiológica.

No entanto, os autores Vilches e Pérez (2010), enfatizam a importância e relevância na incorporação da letra A ao CTS, pois aqueles que promovem a expressão CTSA não estão dizendo que A não está contido em CTS, mas, que se destinam a dar maior ênfase no aumento

da educação científica, indo ao encontro de um tratamento particularmente inadequado de questões ambientais, mesmo quando relações CTS são incorporadas (Vilches; Pérez, 2010). Portanto nesta pesquisa adotamos o acrônimo CTSA.

Estudos apontam a importância de ter a sociedade como parte ativa e consciente sobre as questões do desenvolvimento da ciência, da tecnologia e os impactos ambientais, ocorrendo a preocupação de inserir o enfoque CTSA no âmbito educacional com o objetivo de formar cidadãos críticos e atuantes (Firme, 2020).

Nesta perspectiva, de acordo com (Pinheiro, 2007), os objetivos da abordagem CTSA no âmbito educacional, são:

- ✓ Realizar uma análise crítica e reflexiva sobre a forma de aprender e agir no ambiente, considerando diferentes possibilidades das interações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.
- ✓ Realizar um debate sobre o conhecimento teórico e prático, entendendo as contribuições que este conhecimento proporciona à sociedade.
- ✓ Combater a fragmentação do conhecimento, nos mais diversos níveis educacionais.
- ✓ Contribuir para alfabetização científica e tecnológica, de forma que os conhecimentos se integrem e possuam um acesso democrático. Sendo assim, capaz de atingir a vida em sociedade, promovendo a tomada de decisões com um olhar crítico e reflexivo.

Pensar o ensino nessa perspectiva, deve-se considerar uma reestruturação do currículo dos conteúdos de maneira que haja uma aproximação da Ciência e da Tecnologia às concepções voltadas ao contexto social, focando na formação para a cidadania. E, para que essa Educação seja possível, Silva (2013), enfatiza estímulo ao desenvolvimento de uma reflexão crítica os estudantes no que diz respeito aos impactos sociais e ambientais produzidos decorrentes das novas tecnologias, podendo assim contribuir para a formação de uma concepção mais realista da natureza social e política da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea.

Nesse contexto, traçar discussões na perspectiva de Freire articuladas à abordagem CTSA, possibilita a participação da sociedade pela superação de seu silêncio, como aponta Auler (2002). Nessa visão, existe um sentido de reivindicação de democratização das decisões dos temas sociais envolvendo Ciência e Tecnologia, além de estimular um ensino que proporcione uma visão crítica do mundo para transformar a realidade.

Especificamente, no campo educacional, o enfoque CTSA visa uma articulação mais crítica entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, o que pode se dar por meio da

investigação temática, a partir dos pressupostos de Paulo Freire, visando identificar os temas geradores e planejar a abordagem problematizadora desses temas no processo educativo.

1.6 Aproximações entre a perspectiva educacional de Paulo Freire e a Educação CTSA

Nos últimos anos, as pesquisas sobre Educação CTSA têm buscado, cada vez mais, articulação com a perspectiva educacional de Paulo Freire (Freitas; Ghedin, 2015; Strieder, 2012; Auler, 2018). dessa forma, a articulação Freire-CTSA apresenta-se como uma nova tendência para a Educação CTSA, no contexto brasileiro. Nesse olhar, Strieder (2012) e Santos (2016) salientam que essa articulação é uma forma de promover a transposição do Movimento CTS, oriundo de países europeus e norte-americanos para o Brasil.

Para Auler (2007), o Movimento CTS emergiu em um contexto em que a população tinha condições financeiras razoavelmente satisfatórias, contrariamente à perspectiva freireana, enraizada em países da América Latina e do continente africano, onde a população, de forma geral, é afetada por carências materiais e ainda vinculada a um histórico de passado colonial.

A articulação entre a perspectiva educacional de Paulo Freire e a Educação CTS foi iniciada por Auler (2002), em sua tese de doutorado, por considerar que ambas as propostas de ensino buscam a participação da sociedade em processos decisórios, visto que na perspectiva freireana visa-se a superação da “cultura do silêncio” e no movimento CTS a superação dos modelos de decisões tecnocráticas. Para Freire (1987), a “cultura do silêncio” é caracterizada pela ausência de participação do conjunto da sociedade em processos decisórios, o que no entender de Auler (2006a), são marcas do processo de colonização. Tal fato relacionam-se com o movimento CTS que reivindica a democratização dos processos de decisões sobre a Ciência-Tecnologia (CT), por meio da busca da superação dos modelos de decisões tecnocráticas, ou seja, modelo decisório realizado pelos especialistas (Auler; Dalmolin; Fenalti, 2009).

Partindo dessa discussão, para Strieder (2012), a população geralmente não possui uma cultura de participação, de modo que a relação Freire-CTSA se apresenta como um caminho no desenvolvimento de tal cultura. Para tanto, a autora considera três elementos como fundamentais ao seu desenvolvimento, quais sejam: a problematização, o diálogo e a perspectiva de transformação, que constituem os pressupostos básicos da educação libertadora de Paulo Freire.

Em relação à problematização, alguns autores (Auler, 2002; Auler; Delizoicov, 2007; Auler, 2018; Santos, 2019) destacam a necessidade de se problematizar a suposta neutralidade

da CT, por entender que essa concepção contribui significativamente para fragilizar os processos participativos. Especificamente, Auler (2002) busca problematizar algumas construções históricas sobre a atividade científico-tecnológica, derivadas dessa suposta concepção de neutralidade da CT, denominadas pelo autor de mitos sobre as interações CTS. Os mitos consistem em: I) Superioridade dos modelos de decisões tecnocráticas - acredita-se que os especialistas são as pessoas mais adequadas para tomar as decisões de maneira eficiente e ideologicamente neutra, devido seus conhecimentos e sua imparcialidade profissional; II) Perspectiva salvacionista da CT - entendimento que o desenvolvimento da CT encaminhará os problemas que afligem a sociedade e conduzirá a humanidade ao bem-estar social; III) Determinismo tecnológico – apresenta duas compreensões totalmente opostas: a) a Tecnologia determina o rumo da sociedade, sendo o principal fator responsável pelas mudanças sociais; b) a Tecnologia é autônoma, independente das influências sociais.

Atrelando o olhar à Educação CTSA e à perspectiva educacional de Paulo Freire, é importante destacar que essas duas práxis apresentam vários pontos de convergências e divergências. Nascimento e Linsingen (2006) exploram três pontos de convergência, quais sejam: I) Abordagem temática e a seleção de conteúdos e materiais: ambas as práxis se preocupam em contextualizar os conhecimentos científicos e romper com o tradicionalismo curricular do ensino de Ciências, ao selecionar os conteúdos por meio de temas relacionados ao cotidiano do educando; II) Perspectiva interdisciplinar do trabalho pedagógico e o papel da formação de professores: tanto a Educação CTSA quanto a proposta educacional de Freire visam um ensino pautado na interdisciplinaridade. Os autores consideram que a formação de professores constitui um entrave para a implementação dessas abordagens; III) O papel do educador no processo de ensino e aprendizagem e na formação para o exercício da cidadania: ambas as práxis requerem um novo tipo de profissional da educação, um professor que estimule a aprendizagem do educando, que promova a sua participação no processo de aprendizagem, que seja mediador do processo de ensino e aprendizagem.

Nessa perspectiva, Nascimento e Linsingen (2006) ressaltam que a interdisciplinaridade na perspectiva freireana está presente durante todo o processo da Investigação Temática e requer a colaboração de professores de diferentes disciplinas, das Ciências Exatas e das Ciências Humanas e de outros profissionais tais como sociólogos, psicólogos, assistentes sociais etc. Para os autores, o trabalho interdisciplinar acontece desde o planejamento até a implementação da temática na sala de aula. Roso et al. (2015) consideram fragilizada toda concepção e/ou prática interdisciplinar que se reduza somente ao campo das Ciências da

Natureza e entendem que propostas/práticas de ensino balizadas na Abordagem Temática Freireana, relacionadas a problemas reais, contemplam a interdisciplinaridade, uma vez que precisam de informações das diferentes áreas de conhecimentos para serem compreendidos. Portanto,

Nessa abordagem, a articulação Freire-CTS coloca como desafio, no campo da educação científica, a necessidade de superação da concepção linear, a qual postula que primeiro o estudante (sociedade) precisa adquirir uma cultura científica para depois participar de processos decisórios. Entendemos, apoiados em Freire-CTS, que a constituição de uma cultura científica não é independente da participação social, mas que essas são dimensões articuladas, sendo processos que se realimentam mutuamente (Roso et al., 2015, p.377).

De acordo com Roso et al. (2015), a articulação Freire-CTS contribuiu para potencializar o processo de participação social, ao vincular o “mundo da escola” com o “mundo da vida” dos educandos e consagrar o presente enquanto espaço-tempo de significação, o que favorece a motivação, o rendimento escolar, aguça a curiosidade epistemológica e amplia o processo de formação de cidadão crítico e participante.

A luz das discussões tecidas, neste projeto de pesquisa adotamos a articulação entre pressupostos da educação problematizadora e dialógica freireana e pressupostos da perspectiva CTSA. Mas, especificamente, consideramos essa articulação na perspectiva de transformar o estudante em um aprendiz ativo, crítico e reflexivo frente as tomadas de decisões.

1.7 Consequências Ambientais e de Saúde do Descarte do Lixo Eletrônico e de pilhas e baterias

O lixo eletrônico representa um problema ambiental de alcance global, e sua abordagem pode proporcionar oportunidades de aprendizagem mais abrangentes, que contemplem as dimensões científica, tecnológica e social, além de promover uma visão crítica sobre esse tema. Nossa proposta é destacar a importância e urgência de abordar e problematizar o assunto do lixo eletrônico em todas as esferas da sociedade, incluindo as escolas, que são consideradas ambientes plurais e desempenham um papel significativo na formação do cidadão.

Ao abordarmos o tema do lixo eletrônico, diversas questões relevantes podem ser tratadas, tais como o esgotamento de recursos naturais e energéticos não renováveis; o crescimento das desigualdades socioeconômicas, tanto a nível nacional quanto internacional, resultando em exclusão social; a contaminação de ecossistemas decorrente do descarte

inadequado; a complexa composição química desses resíduos; seu acúmulo descontrolado; a necessidade de legislações eficazes traduzidas em políticas públicas, e o impacto na saúde pública.

O lixo eletrônico é um assunto multifacetado e complexo, que pode ser analisado sob diversas perspectivas. A produção excessiva de lixo eletrônico reflete a exaustão de um modelo de sociedade baseado na exploração indiscriminada, sem considerar a responsabilidade com o presente e com as gerações futuras. Abordar esse tema é essencial para repensarmos nossos padrões de consumo e adotarmos práticas mais sustentáveis para o bem do meio ambiente e da sociedade como um todo.

Conforme o documento intitulado "O Impacto Global do Lixo Eletrônico: Lidando com o Desafio", apresentado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) em 2012, é alarmante constatar que cerca de 80% do lixo eletrônico gerado nos países desenvolvidos e destinado à reciclagem acaba sendo ilegalmente enviado para nações em desenvolvimento, tais como China, Índia, Gana e Nigéria. Dentro da economia informal desses países, trabalhadores utilizam técnicas rudimentares para recuperar materiais valiosos, resultando em diversas implicações ambientais e de saúde. O documento também ressalta que as nações em desenvolvimento assumem um fardo desproporcional em relação a um problema global, sem possuírem o devido suporte tecnológico necessário para lidar com esse grave desafio. Essa situação exige uma ação mais efetiva e colaborativa entre países desenvolvidos e em desenvolvimento para encontrar soluções conjuntas que enfrentem os impactos ambientais e de saúde decorrentes do lixo eletrônico e promovam práticas mais sustentáveis e responsáveis em relação ao descarte desses resíduos.

No Brasil, parte da população busca lucro através da venda de cobre extraído de diversos resíduos eletrônicos descartados em locais conhecidos como "ferro velho", geralmente localizados nas periferias do país. Esse cenário assemelha-se aos casos relatados em regiões da Ásia e África, onde também há comunidades que dependem da recuperação de metais, restos de eletrodomésticos e fios elétricos encontrados em lixos (SANTOS; SOUZA, 2010).

Para ilustrar esse contexto, um estudo realizado em 2015 pela Associação de Empresas da Indústria Móvel (GSMA) e pela Universidade das Nações Unidas revelou que a América Latina é responsável pela produção de aproximadamente 9% do lixo eletrônico mundial. Nesse cenário, o Brasil e o México se destacam como os países que mais geram esse tipo de resíduo. No entanto, é importante ressaltar que o Brasil ainda enfrenta desafios significativos, com regiões caracterizadas por fome e pobreza.

Esse cenário apresenta um paradoxo marcante, pois coexiste uma parcela da população com condições financeiras para consumir e sustentar o mercado tecnológico, enquanto outra parte sobrevive em condições precárias e muitas vezes se vê envolvida no trabalho de coleta do lixo eletrônico produzido pela fatia mais rica da sociedade. Essa disparidade socioeconômica ressalta a importância de abordar a questão do lixo eletrônico não apenas sob o aspecto ambiental, mas também considerando suas implicações sociais e a necessidade de políticas públicas que promovam uma gestão mais justa e sustentável desses resíduos, visando reduzir o impacto negativo sobre as comunidades vulneráveis e promovendo a inclusão social. Esse cenário alarmante revela uma situação de extrema desigualdade social e danos ao meio ambiente, decorrentes do desenvolvimento insustentável e do consumo irresponsável que atende à lógica do mercado, onde o consumo dita o estilo de vida das pessoas. Conforme descrito por Sato (2005, p. 2), "existe um componente muito mais perverso no conceito de desenvolvimento: o consumo excessivo de poucos em contraste com a miséria e a fome de muitos". Frente a essa realidade preocupante, Sato e Passos (2012, p. 23), destacam a necessidade de atenção à degradação ambiental, que frequentemente acentua as injustiças sociais. Eles ressaltam que é fundamental reconhecer a consciência reflexiva de que toda miséria humana está intrinsecamente ligada aos impactos ambientais.

Após a década de 1970, as discussões sobre os diversos tipos de lixo, como o hospitalar, químico, eletrônico e nuclear, ganharam maior intensidade. No entanto, a compreensão do que é lixo não se restringe mais apenas à preocupação com a geração de doenças, como ocorria no passado. Os debates atuais abrangem questões que envolvem diversas dimensões, como as sociais, políticas, ambientais, culturais e econômicas, uma vez que a produção de resíduos está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento e aos padrões de comportamento e consumo de uma sociedade (Cruz; Marques, 2007).

Dentre a diversidade de resíduos existentes, o lixo eletrônico emerge como uma questão relevante. Segundo a Step Initiative (2014, p. 4), o lixo eletrônico é definido como "um termo utilizado para abranger todos os tipos de equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) e suas partes que foram descartados pelo proprietário sem a intenção de reutilização". Essa definição enfatiza a natureza descartada dos equipamentos elétricos e eletrônicos e a ausência de intenção de reutilização por parte dos proprietários. O lixo eletrônico é composto por dispositivos como celulares, computadores, televisores, eletrodomésticos, entre outros, que atingem volumes significativos de descarte. Essa crescente quantidade de lixo eletrônico requer uma abordagem responsável para seu gerenciamento, considerando seus impactos ambientais e sociais, bem

como a necessidade de promover práticas mais sustentáveis para lidar com esses resíduos (Baldé *et al.*, 2015).

O lixo eletrônico é extremamente diversificado, sua composição química varia de acordo com a idade e o tipo de item descartado. No entanto, a maioria desses resíduos contém metais perigosos, como mercúrio, chumbo e cádmio; materiais valiosos, como ferro, cobre, alumínio e vários tipos de plástico; além de produtos químicos, como éteres difenílicos polibromados (PBDEs), que são retardadores de chama, e clorofluorcarbonos (CFCs). Também é comum encontrar metais preciosos, como ouro, prata, platina e paládio, que podem ser recuperados por meio de reciclagem (Baldé *et al.*, 2015; Kumar; Holuszko; Espinosa, 2017).

De acordo com Baldé et al. (2015), até 60 elementos da tabela periódica podem ser encontrados em dispositivos eletrônicos e muitos desses elementos são passíveis de recuperação e reciclagem. Essa complexa composição do lixo eletrônico torna sua gestão e tratamento uma questão desafiadora, exigindo abordagens sustentáveis e responsáveis para minimizar os impactos ambientais e aproveitar os recursos valiosos presentes nesses resíduos. A conscientização sobre a importância da reciclagem e do descarte adequado dos eletrônicos é fundamental para mitigar os problemas associados a esse tipo de lixo e promover uma gestão mais eficiente e ambientalmente responsável desses materiais.

De acordo com TansKanen (2013) e Kumar; Holuszko e Espinosa (2017), o processo de reciclagem de eletrônicos inicia-se com a coleta do material. Em seguida, é realizado um pré-tratamento, que geralmente envolve a desmontagem manual dos resíduos eletrônicos, a remoção de materiais perigosos e a separação de metais, vidro e plásticos. O material restante que não pode ser separado manualmente é enviado para trituração. O processamento final envolve técnicas para recuperar metais valiosos do concentrado obtido após o pré-processamento. Processos químicos são utilizados para recuperar e purificar cobre, ouro, prata e paládio. Os materiais reciclados, após o processamento, são frequentemente misturados com materiais provenientes de outras fontes, e sua origem não pode mais ser reconhecida.

Esse processo de reciclagem é fundamental para aproveitar os recursos valiosos presentes nos eletrônicos descartados e reduzir a quantidade de resíduos que são dispostos inadequadamente no meio ambiente. No entanto, é importante ressaltar que a reciclagem de eletrônicos ainda enfrenta desafios em relação ao gerenciamento seguro dos materiais perigosos e à garantia de práticas ambientalmente responsáveis em todas as etapas do processo. A conscientização e a adoção de práticas sustentáveis são essenciais para garantir o sucesso desse processo e a proteção do meio ambiente.

No Brasil, a Lei nº 12.305, promulgada em 02 de agosto de 2010, estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa legislação define a responsabilidade compartilhada entre o poder público, os geradores de resíduos (fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes) e os consumidores finais, com o objetivo de garantir a gestão adequada dos rejeitos sólidos. A PNRS foi criada para enfrentar os desafios relacionados ao gerenciamento dos resíduos sólidos no país, promovendo a redução da geração de resíduos, a reutilização, a reciclagem e a destinação correta dos materiais descartados. Através dessa lei, busca-se uma abordagem mais sustentável para a gestão de resíduos, com a finalidade de minimizar os impactos ambientais e sociais associados ao descarte inadequado.

A PNRS destaca, como um dos pilares fundamentais, a implementação da logística reversa, que consiste em um conjunto de ações voltadas para viabilizar o retorno dos resíduos aos seus geradores, a fim de que sejam devidamente tratados ou reaproveitados na fabricação de novos produtos. Essa política reflete a preocupação em engajar todos os envolvidos na cadeia produtiva - fabricantes, importadores, distribuidores e vendedores - na gestão e tratamento adequado dos resíduos sólidos. A logística reversa, conforme disposto no Art. 3º, Inciso XII da PNRS, representa um conceito fundamental para promover a responsabilidade compartilhada no ciclo de vida dos produtos, enfatizando a necessidade de que cada elo da cadeia assuma sua parcela de responsabilidade na destinação correta dos resíduos. Ao abraçar a logística reversa, a PNRS visa incentivar a adoção de práticas sustentáveis, estimular a reciclagem e reduzir os impactos negativos do descarte inadequado, contribuindo, assim, para a construção de uma sociedade mais consciente e comprometida com a gestão responsável dos recursos e a preservação do meio ambiente.

Conforme estabelecido pela lei, alguns produtos pós-consumo estão sujeitos à logística reversa obrigatória. Esses produtos incluem: pilhas e baterias; pneus; lâmpadas fluorescentes com vapor de sódio e de mercúrio e de luz mista; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; produtos eletrônicos e seus componentes; e resíduos de embalagens de agrotóxicos; e produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro. Fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes têm a responsabilidade de estabelecer e manter um sistema de retorno desses produtos, que abrange a coleta, armazenamento, transporte e a disposição final ambientalmente adequada.

Portanto, apesar dos avanços proporcionados pela PNRS na busca por mitigar o problema dos resíduos no país, especialmente ao direcionar diretrizes ao mercado produtivo para estimular a reciclagem, reutilização, transporte e descarte adequado, a lei, por si só, não

aborda a raiz da questão, que está intrinsecamente ligada à lógica do consumo e à descartabilidade dos produtos. Isso ocorre porque, embora a utilização de produtos reciclados possa contribuir para a redução do lixo e da exploração dos recursos naturais, estudos como o de Layrargues (2002) e Leal; Thomaz Júnior, Alves et al. (2002) apontam para um certo mito da reciclagem, que, por um lado, diminui o uso de recursos naturais, mas, por outro, gera uma série de problemas sociais. O mito da reciclagem surge, principalmente, ao considerar que muitas pessoas envolvidas no trabalho de reciclagem não possuem seus direitos trabalhistas garantidos, enfrentando condições precárias de trabalho e baixos rendimentos. Além disso, a reciclagem por si só não resolve a questão da geração excessiva de resíduos e da mentalidade consumista, uma vez que não aborda o problema na sua origem.

Entretanto, é importante destacar que, mesmo com a existência de leis como a PNRS, ainda não se garante uma efetiva diminuição da geração de lixo eletrônico. Nesse contexto, a Educação Ambiental (EA), aliada aos princípios da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade-Ambiente (CTSA), se configura como uma ferramenta crucial para despertar a conscientização da população sobre as questões relacionadas ao lixo eletrônico.

Os primeiros sobreavisos referentes aos perigos devido ao descarte do lixo eletrônico, em específico, de pilhas e baterias surgiram ao final da década de 1970. Até a década de 1980, normalmente eram utilizadas para uso doméstico as baterias em forma de bastonetes, principalmente de Zn-C, que quando exauridas eram descartadas junto com o resíduo domiciliar. Foi em alguns países europeus, no mesmo período, que passa a existir a preocupação quanto aos riscos que representa a disposição inadequada desses rejeitos, motivando a procura por mecanismos para o gerenciamento dos mesmos, objetivando a minimização dos riscos sanitários e ambientais (Reidler; Günther, 2003).

No ano de 1985, todas as pilhas, exceto aquelas que continham lítio, eram compostas por mercúrio metálico, um metal que é tóxico à saúde e ao ambiente, não biodegradável, em proporções variadas na escala de 0,01% a 30%. Após o advento do transistor e do consequente surgimento de inúmeros equipamentos movidos à bateria, foram sendo desenvolvidos novos tipos de pilhas e baterias com maior eficiência energética cuja composição, além de metais pesados, continha outros aditivos potencialmente perigosos. Os avanços tecnológicos trouxeram consigo novas questões ambientais e sanitárias a serem estudadas, que, atualmente, encontram-se amplamente debatidas e estudadas no mundo industrializado (Vitor *et al.*, 2010).

No Brasil, até a década de 1990 não se discutia sobre a contaminação ambiental de pilhas e baterias no pós-consumo e eram descartadas no lixo comum, provavelmente pelo

desconhecimento da população sobre os riscos ao ambiente e sanitários ocasionados por esses dispositivos. Na composição desses produtos estão contidos metais tóxicos como mercúrio, chumbo, cádmio, níquel, entre outros potencialmente perigosos à saúde, os quais são bioacumulativos e se depositam no organismo, afetando suas funções. Outras substâncias tóxicas, presentes nas pilhas e baterias, podem atingir e contaminar os aquíferos freáticos, comprometendo a qualidade dos mesmos no uso posterior como fontes de abastecimento de água e produção de alimentos (Reidler; Günther, 2003; Vitor *et al.*, 2010).

Grande parte desses elementos citados, são essenciais à vida, na forma de traços, porém extremamente tóxicos para toda a espécie viva no planeta quando em concentrações elevadas ou em determinadas combinações químicas, sendo que os danos causados ao ambiente e aos seres vivos são graves e por vezes irreversíveis. Sinergismo e antagonismo dos efeitos tóxicos são mecanismos que podem ocorrer entre os metais (Marques; Cunha, 2013). Nessa perspectiva, Leis (2011) afirma que estes elementos químicos, quando lançados no ambiente, geram alguns efeitos ecotoxicológicos.

Nessa articulação, Santos (2003) explica que o objetivo dos estudos ecotoxicológicos é permitir a avaliação ambiental de substâncias nocivas ao meio ambiente. Além disso, informa que a ecotoxicologia é a ciência que estuda os efeitos causados pelos agentes físicos, químicos e biológicos sobre organismos vivos, particularmente sobre populações e comunidades em seus ecossistemas. Segundo este autor, os estudos ecotoxicológicos são aqueles utilizados para detectar e avaliar a capacidade inerente do agente tóxico em produzir efeitos deletérios nos organismos vivos, sendo capaz de prever os efeitos de contaminantes lançados na natureza (Santos, 2003).

Diante disso, quando os agentes contaminantes são liberados no meio ambiente causam modificações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio, mesmo em concentrações baixas tendem a trazer danos imediatos ao meio e podem contaminar o solo, a água e ar, e se acumulam na biota, aumentando a concentração através da cadeia alimentar em ordem crescente dos níveis tróficos mais baixos para os mais altos (Leis, 2011).

Marques e Cunha (2013) dizem que a toxicidade do metal envolve, comumente, a interação entre o íon metálico livre e o alvo toxicológico. Desta maneira, fatores exógenos como interação e exposição concorrente com outros metais tóxicos podem influenciar, direta ou indiretamente, nos efeitos tóxicos dos metais para o indivíduo. Em contrapartida, os metais essenciais ao organismo podem alterar metabolicamente estas interações à nível celular.

Além disso, Marques e Cunha (2013) afirmam que metais tóxicos presentes em pilhas e baterias possuem grande poder de disseminação e uma capacidade admirável de se acumular no corpo humano e em todos os organismos vivos que são incapazes de metabolizá-los ou eliminá-los. Por isso, são tão perigosos para a saúde dos seres vivos e para o meio ambiente. No (Quadro 3) estão ilustrados os principais efeitos à saúde devido a alguns metais presentes nas pilhas e baterias (Marques; Cunha, 2013; Alves *et al.*, 2015). Marques e Cunha (2013) ressaltam que tanto as pilhas como as baterias produzem eletricidade e funcionam como fonte de abastecimento energético para equipamentos eletrônicos portáteis, porém, apresentam composições químicas diferentes.

Quadro 3 - Principais efeitos à saúde provocados por metais presentes nas pilhas e baterias

METAL	PRINCIPAIS EFEITOS À SAÚDE
Arsênio (As)	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso e cutâneo.
Manganês (Mn)	O excesso acumulado no fígado e no sistema nervoso central provoca alterações no metabolismo, gerando sintomas como o do mal de Parkinson. Quando presente no sistema respiratório deixa o sujeito susceptível à incidência de pneumonia
Cromo (Cr)	Câncer do aparelho respiratório; Lesões nasais e perfuração do septo e na pele; Distúrbios no fígado e rins, podendo ser letal; Distúrbios gastrintestinais
Lítio (Li)	Disfunções renais e respiratórias; Disfunções do Sistema Neurológico; Cáustico sobre a pele e mucosas; Teratogênico.
Chumbo (Pb)	Quando ingerido, pode causar prejuízo ao cérebro e ao sistema nervoso central. Também pode causar anemia, disfunção renal, dores abdominais, problemas pulmonares, elevar a pressão arterial e ser um agente teratogênico.
Níquel (Ni)	Causa câncer, lesões no sistema respiratório, distúrbios gastrointestinais, dermatites e alterações no sistema imunológico. Considerado um agente teratogênico, genotóxico e mutagênico

Fonte: Adaptado de Mantuano, *et al.* (2011)

O perigo aparece quando essas pilhas e baterias são descartadas de forma inadequada e chegam aos depósitos de lixo a céu aberto, chamado lixões comuns. Com o passar do tempo essas pilhas e baterias começam a sofrer vazamentos de materiais líquidos que contaminam o solo, os lençóis freáticos, podendo chegar aos rios e lagos (Feltre, 2004). O descarte de pilhas no solo ou no lixo comum acarreta sérios problemas nas estações de tratamento de lixo. Diante disto, ocorre a bioacumulação e biomagnificação de substâncias tóxicas na cadeia alimentar. Tanto zinco como manganês são tóxicos em concentrações elevadas (Agourakis; Camarco; Cotrim, 2006).

Diante disso, Gomes e Melo (2006), enfatiza que a maioria das pilhas e baterias usadas são descartadas no lixo comum, queimadas, lançadas em rios ou terrenos baldios contaminando os ecossistemas. Quando expostas às intempéries naturais, a blindagem destes resíduos sofre

corrosão liberando substâncias presentes no seu interior, principalmente os metais tóxicos que têm a propriedade de bioacumulação por meio da cadeia alimentar gerando efeitos tóxicos no organismo humano e de outros animais (Kemerich *et al.*, 2012).

1.8 Conceitos fundamentais sobre Eletroquímica

No contexto dos estudos e avanços empíricos sobre eletricidade na época, uma das principais dificuldades era o uso de carga elétrica em movimento por períodos prolongados, ou seja, a eletricidade dinâmica ou galvânica. Contudo, essa situação começou a mudar a partir dos estudos pioneiros realizados por Galvani no campo da eletrofisiologia, em que ele buscava estabelecer relações entre eletricidade e organismos humanos (Oki, 2000). Com esses estudos, a compreensão sobre o uso e aplicação da eletricidade ganhou novas perspectivas e possibilitou avanços significativos na exploração das interações elétricas com o mundo natural e biológico.

No ano de 1780, o médico italiano Luigi Aloisio Galvani deu início aos seus estudos sobre os movimentos musculares e sua relação com a eletricidade. Em seus experimentos, Galvani utilizava uma rã, cuja metade inferior do corpo tinha os nervos expostos, e inseria um fio metálico através do canal vertebral. Essas manipulações levaram Galvani a desenvolver uma teoria que postulava a existência de uma "eletricidade animal", refletindo seu olhar médico sobre o fenômeno (Feltre, 2004, p. 298).

Diante disso, Galvani conduziu experimentos nos quais conectou um longo fio metálico ao nervo das pernas de uma rã dissecada, fixando a outra extremidade do fio no lugar mais alto de sua casa. Durante tempestades, Galvani observou que as pernas da rã se contraíam, e ele associou essas contrações aos raios e relâmpagos que ocorriam nas proximidades de sua residência. Além disso, o cientista investigou se a eletricidade presente na atmosfera em dias ensolarados poderia também causar contrações similares. Para isso, fixou as pernas de outra rã dissecada a uma grade de ferro em sua casa e utilizou uma garra metálica (possivelmente de bronze). Surpreendentemente, ao encostar a garra metálica na grade de ferro, que estava conectada aos nervos da perna da rã, obteve-se fortes contrações nas pernas do animal (Piccolino, 1998).

Após diversas tentativas em ambientes com diferentes condições atmosféricas e utilizando vários metais distintos, Galvani chegou a importantes conclusões. Primeiramente, ele observou que as contrações musculares não estavam associadas às condições atmosféricas. Em seguida, o cientista concluiu que a eletricidade detectada nos experimentos tinha origem

animal, estando armazenada nos músculos e sendo conduzida pelos nervos. Por fim, ele constatou que as contrações musculares ocorriam quando os nervos das penas dissecadas eram conectados aos músculos através de um semiarco metálico (Carvalho; Caldas; Faccin, 2014).

O físico Alessandro Volta (1745-1827) contestou as ideias de Galvani acerca da existência de uma eletricidade animal. Segundo Volta, a perna da rã simplesmente funcionava como um condutor de eletricidade, contraindo-se quando em contato com dois metais diferentes (Feltre, 2004, p. 298). A invenção da pilha elétrica por Volta abriu novos caminhos para a ciência, especialmente no estudo da corrente elétrica e no desenvolvimento da tecnologia, incluindo a eletroquímica. No entanto, é importante destacar que Volta não elaborou uma teoria completa sobre o funcionamento de sua pilha, deixando questões em aberto, como o uso do material poroso embebido em solução salina, os motivos pelos quais a pilha não funcionaria sem esse material entre as lâminas e a relação entre a eletricidade de sua pilha e a eletricidade animal (Martins, 1999).

A pilha desenvolvida por Alessandro Volta desempenhou um papel fundamental na teoria da ligação química de Berzelius (Teoria Dualística), além de contribuir para a formulação da primeira lei da termodinâmica. Posteriormente, ela foi empregada para confirmar a validade da segunda lei da termodinâmica em sistemas com reações químicas. Essa invenção também permitiu diversas aplicações práticas, tais como a decomposição de substâncias, a deposição de metais, a descoberta de novos elementos, bem como pesquisas sobre o comportamento e os efeitos da corrente elétrica, além dos estudos no campo do eletromagnetismo (Chagas, 2000).

Ao longo dos anos, a estrutura da pilha elétrica evoluiu significativamente, desde o dispositivo original criado por Volta até a forma atual, tornando-se essencial em diversas aplicações do cotidiano. Essa evolução ao longo de dois séculos possibilitou o desenvolvimento tecnológico e contribuiu para o bem-estar da sociedade em escala global (Silva, 2011). A pilha voltaica, portanto, teve um impacto profundo na ciência e na tecnologia, abrindo caminho para novas descobertas e aplicações que revolucionaram a sociedade.

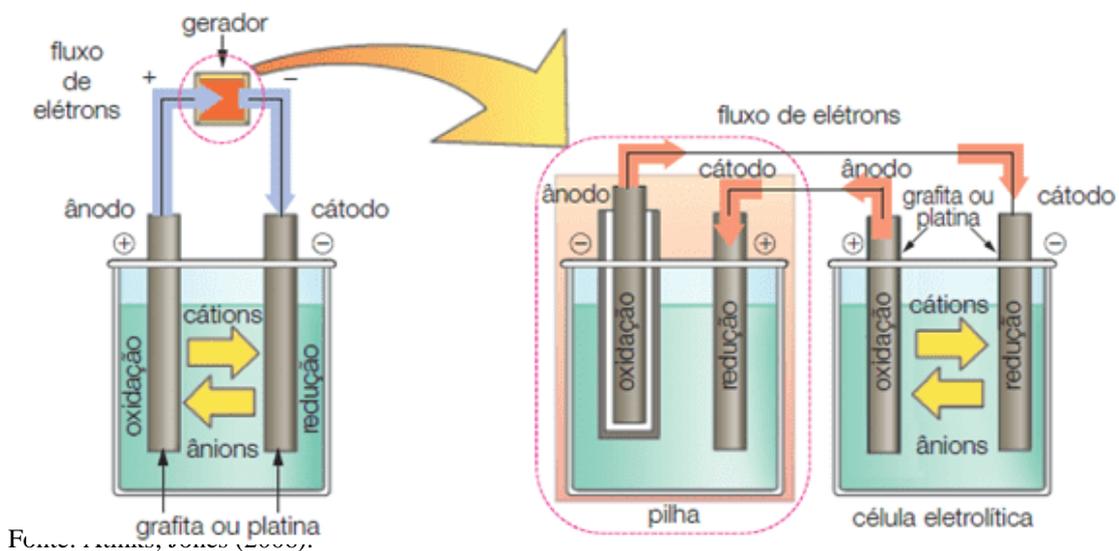
Atkins e Jones (2012, p. 515) explicam que a eletroquímica abrange o estudo do uso de reações químicas espontâneas para gerar eletricidade e também da utilização da eletricidade para impulsionar reações químicas não espontâneas. É importante destacar que a existência de eletricidade está relacionada à presença de uma corrente elétrica, que pode ser definida como o fluxo de elétrons através de um circuito (Atkins, Jones, 2012).

Atkins e Jones (2006) destacam que uma célula galvânica é uma célula eletroquímica que utiliza uma reação química espontânea para gerar corrente elétrica. Esse processo está

inserido na eletroquímica, que é um ramo da química dedicado ao estudo do uso de reações químicas espontâneas para produzir eletricidade, assim como o uso da eletricidade para promover reações químicas não-espontâneas (Fragal *et al.*, 2011). Skoog e colaboradores (2012) também compartilham dessa definição, ressaltando que essa célula, também conhecida como voltaica, é capaz de armazenar energia que pode, posteriormente, ser convertida em trabalho.

Ao estudar os processos eletroquímicos, é essencial considerar duas nomenclaturas para os eletrodos: cátodo, que é o eletrodo onde ocorre a reação de redução, e ânodo, que é o eletrodo onde ocorre a reação de oxidação. Em uma célula galvânica, a oxidação ocorre em um dos eletrodos, onde a espécie química perde elétrons para o eletrodo. Por outro lado, a redução ocorre no outro eletrodo, onde a espécie química que sofre redução coleta os elétrons do eletrodo (Figura 1) (Atkins, 2006). Esses processos de oxidação e redução ocorrem simultaneamente, e a transferência de elétrons entre os eletrodos é o que gera a corrente elétrica na célula galvânica.

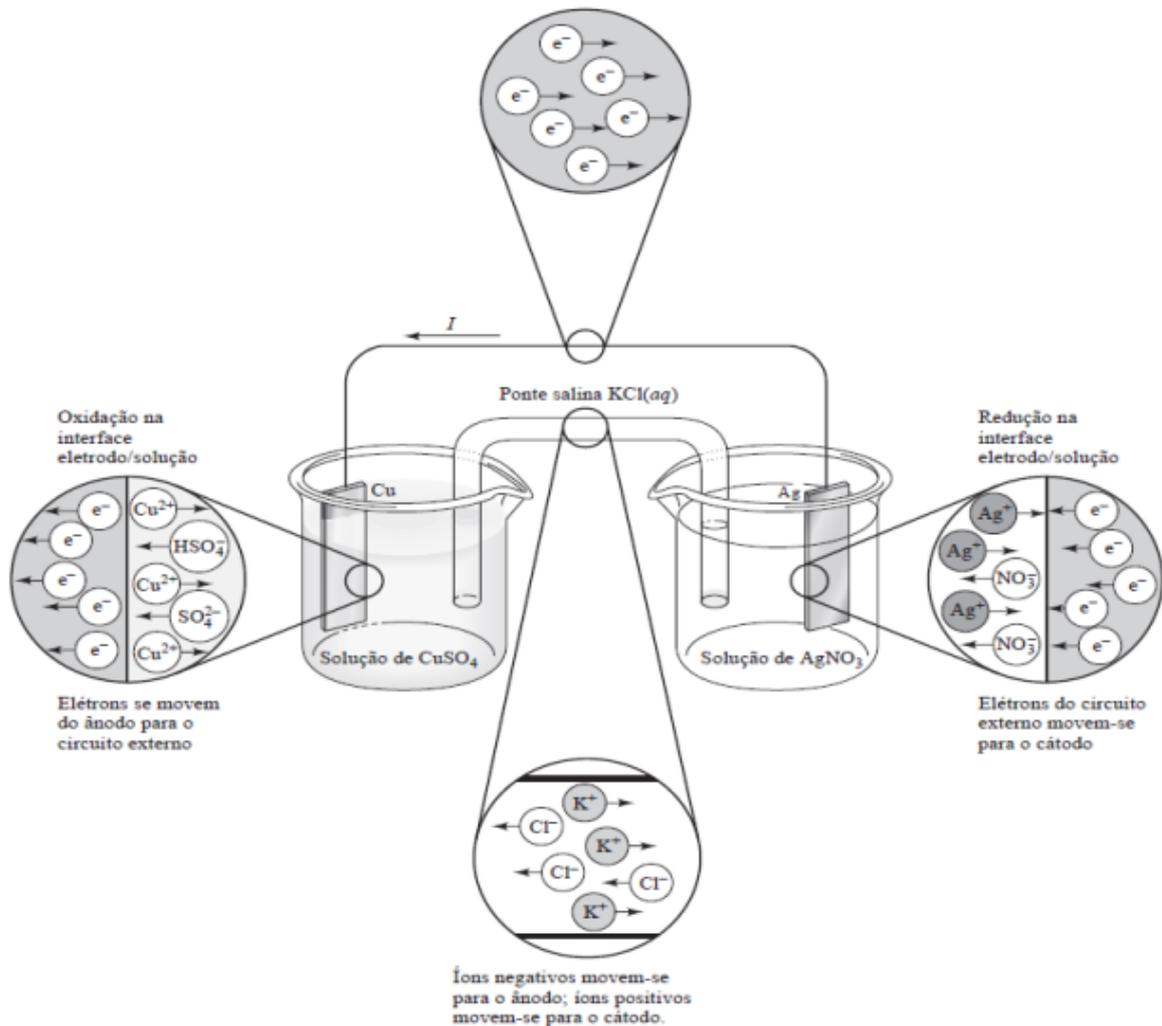
Figura 1 - Esquema genérico de uma célula eletroquímica



De acordo com Skoog, em células galvânicas, as reações de oxidação e redução ocorrem de forma espontânea, gerando um fluxo de elétrons através de um condutor externo, do ânodo para o cátodo. As pilhas e baterias são exemplos comuns de células galvânicas, e na Figura 2 é possível visualizar uma ilustração detalhada teoricamente sobre o funcionamento de uma célula

galvânica. Nesse tipo de célula, a energia química é convertida em energia elétrica, o que permite o seu uso em diversas aplicações cotidianas.

Figura 2 - Pilha em funcionamento



Fonte: Skoog (2012).

De maneira distinta das células galvânicas, nas células eletrolíticas ocorre a eletrólise, que apresenta um arranjo diferente. Nesse tipo de célula, os dois eletrodos estão em contato com um eletrólito em um único compartimento, e a corrente elétrica passa pelo eletrólito através de condução iônica. O fluxo de elétrons ocorre do ânodo para o cátodo através do condutor metálico externo, ou seja, do eletrodo onde ocorre a oxidação para o eletrodo onde ocorre a redução. As reações químicas na eletrólise não são espontâneas e, por isso, o funcionamento de uma célula eletrolítica requer energia elétrica de uma fonte externa (Atkins, Jones, 2006).

Com relação aos aspectos termodinâmicos do funcionamento das células eletroquímicas, as células galvânicas são sistemas eletroquímicos que produzem energia elétrica utilizável a partir de reações químicas espontâneas, ou seja, reações que possuem uma variação de energia de Gibbs com saldo negativo, $\Delta G < 0$. Por outro lado, nas células eletrolíticas, ocorre o inverso, pois a energia de um gerador de eletricidade externo precisa ser utilizada para promover a ocorrência de uma reação química não espontânea, $\Delta G > 0$ (Villullas; Ticianelli; González, 2002).

Um exemplo clássico de célula galvânica é a célula de Daniell, também conhecida como pilha de Daniell, que foi desenvolvida em 1836 para atender à necessidade crescente de uma fonte confiável e estável de corrente elétrica, especialmente para o uso na telegrafia (Atkins; Jones, 2006). Na célula de Daniell, ocorre uma reação redox espontânea, na qual o zinco metálico é colocado em uma solução aquosa de sulfato de cobre (II). Nesse processo, o cobre metálico é depositado na superfície do zinco. Essa reação produz uma corrente elétrica que pode ser utilizada para diversos fins, tornando a célula de Daniell uma importante fonte de energia elétrica para aplicações na época em que foi inventada (Atkins; Jones, 2006).

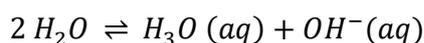
Ao analisar a célula de Daniell em nível atômico, percebe-se que, ao interligar dois eletrodos feitos de materiais diferentes, o metal mais reativo doará seus elétrons para os cátions do metal menos reativo em vez de transferi-los para seus próprios cátions em solução. Nesse contexto, quando a reação ocorre, os elétrons são espontaneamente transferidos dos átomos de zinco para os íons Cu^{2+} presentes na solução. Esses elétrons reduzem os íons Cu^{2+} a átomos de cobre, que se aderem à superfície do zinco ou formam um sólido que se deposita no frasco. Enquanto isso, o pedaço de zinco desaparece gradualmente à medida que seus átomos doam elétrons e se transformam em íons Zn^{2+} , que passam para a solução, deixando buracos na placa de zinco. Esse fluxo de elétrons de uma espécie para outra é o que conhecemos como corrente elétrica (Skoog *et al.*, 2008).

É de suma importância ressaltar o potencial da célula (E), que representa a extensão da espontaneidade do processo eletroquímico, medido em voltagem. O cálculo do potencial da célula galvânica é realizado com base nos potenciais-padrão de redução tabelados (em relação ao eletrodo de hidrogênio), conforme a equação 1 abaixo:

$$E_{\text{célula}} = E_{\text{cátodo}} - E_{\text{ânodo}}$$

Considerando as Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP) e uma molaridade de 1,0 mol/L para as espécies envolvidas na reação.

Essa relação nos permite determinar o potencial elétrico resultante da célula galvânica, que é um indicador da viabilidade da reação eletroquímica. O potencial-padrão de redução é uma ferramenta importante para o estudo das reações redox e para o entendimento do comportamento das células galvânicas (FELTRE, 2004). Atkins e Jones (2006) explicam que os valores de E° red utilizados na comunidade científica foram determinados experimentalmente pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), com base no eletrodo de hidrogênio, que é utilizado como padrão de referência. A escolha do hidrogênio como eletrodo padrão é devida ao fato de que o cátion H^+ é o mais comum em soluções aquosas, sendo formado pela dissociação da água, conforme mostrado na equação 2:



Essa dissociação da água resulta em íons H^+ e OH^- presentes em quantidades iguais em uma solução aquosa neutra. Por convenção, o valor do potencial-padrão de redução para o eletrodo de hidrogênio foi estabelecido como zero volts. A partir desse valor padrão, os potenciais-padrão de redução de outras espécies químicas são medidos em relação ao eletrodo de hidrogênio, permitindo uma comparação consistente dos potenciais de diferentes reações redox. Essa escolha é crucial para a compreensão e quantificação das reações eletroquímicas em soluções aquosas.

Conforme Kotz et al. (2015), na prática, utiliza-se uma placa de platina esponjosa como eletrodo de hidrogênio. Essa placa de platina tem a propriedade de reter o gás hidrogênio, formando uma película de H_2 sobre sua superfície. Portanto, apesar de ser conhecido como eletrodo de hidrogênio, a platina funciona apenas como um suporte inerte para a reação. Para que essas células galvânicas operem, é necessário o fornecimento de uma fonte externa de energia elétrica, na forma de corrente contínua, com uma diferença de potencial maior do que o valor da reação espontânea. Esse fornecimento de energia tem como objetivo forçar a oxidação em um dos eletrodos e a redução no outro (Atkins; Jones, 2012).

Em síntese, a eletroquímica desempenha um papel essencial no estudo e na aplicação das reações químicas que envolvem eletricidade. Através de células galvânicas e eletrolíticas, compreendemos a geração de corrente elétrica a partir de reações espontâneas e o processo

inverso, que requer energia externa para ocorrer. Essa área tem sido fundamental para o desenvolvimento de tecnologias como pilhas, baterias e fontes de energia renovável.

No contexto do lixo eletrônico, a eletroquímica também desempenha um papel relevante. Os equipamentos eletrônicos descartados frequentemente contêm metais valiosos e perigosos, cuja recuperação e descarte adequado são importantes para evitar danos ambientais e de saúde. O conhecimento da eletroquímica tem sido utilizado para desenvolver processos de reciclagem mais eficientes, permitindo a extração de materiais valiosos de resíduos eletrônicos e reduzindo o impacto negativo no meio ambiente (Baldé *et al.*, 2015). Além disso, a eletroquímica também contribui para a compreensão dos processos de corrosão que podem ocorrer em resíduos eletrônicos, afetando sua estabilidade e potencial de reaproveitamento. Ao investigar os aspectos eletroquímicos do lixo eletrônico, é possível desenvolver estratégias mais eficazes para a gestão adequada desses resíduos, reduzindo seu acúmulo nos aterros e promovendo a sustentabilidade (Cruz; Marques, 2007).

Em suma, a eletroquímica é uma ferramenta poderosa no estudo das reações que envolvem eletricidade e tem contribuído para o avanço da tecnologia e para soluções mais sustentáveis no tratamento do lixo eletrônico. O entendimento das reações eletroquímicas é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias mais limpas e para o enfrentamento dos desafios relacionados ao lixo eletrônico, visando uma sociedade mais consciente e responsável em relação ao uso e descarte de dispositivos eletrônicos.

1.9 Uma revisão integrativa das publicações que articulam educação libertadora e educação ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências no contexto brasileiro

O interesse em pesquisar sobre a temática surge da necessidade de compreender as potencialidades e desafios inerentes à convergência dessas abordagens pedagógicas (Freire, 1992; Freire, 2017; Freire, 2019). A Educação Libertadora, fundamentada nas ideias de Paulo Freire, visa uma prática educativa emancipatória, crítica e reflexiva, enquanto a Educação CTS⁴ busca contextualizar o ensino das ciências, abordando as interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (Auler; Delizoicov, 2006; Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2007). A investigação dessa interseção oferece perspectivas valiosas para a construção de um ensino de ciências mais

⁴ É relevante destacar que, antes do período de qualificação, foi realizada uma revisão da literatura centrada especialmente na abordagem “CTS”. Portanto, neste tópico de revisão, manteremos a sigla CTS. A partir da revisão integrativa desenvolvida, um artigo de nossa autoria foi aceito para publicação na revista *Investigação em Ensino de Ciências – IENCI*.

significativo, que fomente a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes e os capacite para a tomada de decisões informadas em seu contexto sociocultural (Gonçalves; Silva, 2017, Paiva; Araújo, 2022).

A práxis educativa de Paulo Freire, iniciada no Brasil em meados do século XX, possui um caráter pedagógico, político e social diferenciado. Isso porque, ao invés de alfabetizar por meio da tradicional cartilha, Paulo Freire considera a experiência existencial dos estudantes, assumindo problemas reais como situações de aprendizagem (Fávero, 2011; Mühl, 2021). A função da educação na perspectiva freireana vai além do ato de aprender a ler e escrever, visando “[...] não apenas ler a palavra, mas ler o mundo através da palavra, para transformá-lo.” (Fávero, 2011, p. 7). Nessa perspectiva, a educação busca auxiliar os sujeitos participantes dos processos formativos a realizarem uma leitura crítica do mundo, no sentido de desvelar uma situação existencial concreta de opressão e transformá-la em prol de uma realidade mais justa (Freire, 2005).

A Educação Libertadora de Paulo Freire tem o diálogo e a problematização como princípios, buscando uma transformação na forma de conceber a educação e a relação educador-educando, e nesse sentido, a educação não é feita apenas sobre os alunos, mas com eles, os sujeitos do processo educativo, o que, por conseguinte, reflete na definição do conteúdo programático (Brick *et al.*, 2014). Baseada na problematização e na dialogia, a Educação Libertadora busca a efetividade da comunicação, não mais na perspectiva emissor e receptor, mas na interação dialógica. E essa perspectiva de educação constitui-se na prática de um educador que se educa ao educar e de um educando que educa ao ser educado, sendo ambos sujeitos do processo educativo e não mais um o objeto do outro (Freire, 2018).

Trata-se de uma formação integral que significa preparar o educando para o pleno exercício da cidadania, ou seja, formá-lo como indivíduo pertencente e atuante na sociedade, e, também, informá-lo dos conteúdos programáticos. A Educação Libertadora entende a formação e a informação como complementares no processo de educação, não negligenciando o conjunto de informações e conhecimentos para o desenvolvimento do educando (Freire, 2018).

É considerando os pressupostos da Educação Libertadora que se concebe uma articulação entre ela e a Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). No Brasil, essa articulação foi iniciada por Auler (2002), em sua tese de doutorado, ao considerar que ambas as perspectivas de educação buscam a participação da sociedade em processos decisórios, visto que na perspectiva freireana visa-se a superação da “cultura do silêncio” e na Educação CTS, a superação dos modelos de decisões tecnocráticas.

Para Freire (1987), a “cultura do silêncio” é caracterizada pela ausência de participação do conjunto da sociedade em processos decisórios, o que no entender de Auler (2006), é consequência do processo de colonização. Nesse sentido, a busca pela superação da “cultura do silêncio” é um dos aspectos que aproxima a Educação Libertadora da Educação CTS. Isso porque a Educação CTS reivindica a democratização dos processos de tomada de decisões acerca de questões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia, a partir da superação dos modelos de decisões tecnocráticas, ou seja, dos modelos decisórios realizados pelos especialistas (Auler *et al.*, 2009).

Seguindo os princípios da Educação CTS, um dos objetivos do ensino de Ciências é alfabetizar científica e tecnologicamente os indivíduos, habilitando-os a tomar decisões sobre questões da ciência e tecnologia na sociedade (Bazzo, 1998; Mortimer, 2002; Auler, 2018). Para Schnetzler (2003), por exemplo, discutir aspectos da ciência, tecnologia, sociedade e de suas interrelações permite ao estudante associar sua compreensão do mundo científico ao mundo construído pelo homem através da tecnologia, e ao seu dia a dia.

Nesse olhar, a Educação CTS possibilita uma formação ampla ao educando, considerando a complexidade das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, e o professor que trabalha com a Educação CTS coloca o ensino numa perspectiva diferenciada, contemplando os fenômenos da vida cotidiana e os aspectos sociais, históricos, políticos, econômicos etc. relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico. A Educação CTS busca motivar o educando à procura de informações relevantes sobre as ciências e tecnologias da vida moderna, com a perspectiva de que ele possa analisá-las e avaliá-las, refletir sobre as informações que lhes são repassadas por diferentes meios de comunicação, definir os valores implicados nelas e tomar decisões a respeito, reconhecendo que sua decisão está inerentemente baseada em valores. Dessa forma, a Educação CTS pode contribuir para a formação de um estudante crítico capaz de exercer sua cidadania (Auler, 2018).

Entretanto, segundo Strieder (2012), a população, em geral, não possui uma cultura de participação nos processos decisórios, e na perspectiva de superar essa lacuna, a articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS apresenta-se como um caminho. Ao considerar a articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS pode-se destacar pontos de convergências tais como: abordagem temática e contextualização dos conteúdos científicos por meio de temas presentes no cotidiano do educando; a interdisciplinaridade no trabalho pedagógico; o papel do educador no processo de ensino e aprendizagem e na formação do

educando para o exercício da cidadania, constituindo-se como mediador desses processos (Nascimento; Linsingen, 2006).

Santos e Auler (2019) consideram que um elemento agregador a ser destacado na articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, é a importância dada às pessoas, à realidade e ao ambiente em que elas vivem, na perspectiva de contribuir para a construção de um posicionamento crítico dos sujeitos educandos em relação às condições sociais, econômicas e ambientais nas quais se encontram.

A articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS tem se mostrado recorrente na literatura da área de ensino de Ciências, podendo ser reconhecida como uma das tendências da Educação CTS (Freitas; Ghedin, 2015). Nesse contexto, pesquisadores têm se dedicado a compreender aproximações e contrapontos entre ambas as perspectivas de educação, a exemplo de Auler (2002), Nascimento e Linsingen (2006), Carletto *et al.* (2006), Santos (2008), Auler *et al.* (2009), Fernandes e Marques (2009), Zauith e Hayashi (2011), Strieder (2012), e Dionysio *et al.* (2020).

De modo geral, os trabalhos desses autores têm enfatizado as contribuições dessa articulação para a atualização e transposição dos pressupostos da Educação CTS no contexto educacional brasileiro. Além disso, os autores mencionados defendem que essa articulação contribui para ambas as perspectivas, como, por exemplo, para proporcionar uma base educacional sólida e coerente para a Educação CTS e para oportunizar a abordagem de temas atuais de dimensão científico-tecnológica na perspectiva freireana (Nascimento; Linsingen, 2006).

À luz das discussões tecidas e visando corroborar com os estudos sobre a articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, essa análise foi conduzido a partir da seguinte questão de pesquisa: o que se tem publicado sobre a articulação entre Educação Libertadora e a Educação CTS na área de ensino de Ciências no contexto brasileiro?

Diante disso, o presente estudo é caracterizado como uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa do tipo Revisão Integrativa (RI) da literatura (Souza, 2010). Segundo Mendes et al. (2008, p. 759):

Esse método tem a finalidade de reunir e sintetizar resultados de pesquisas sobre um delimitado tema ou questão, de maneira sistemática e ordenada, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento do tema investigado (Mendes et al., 2008, p. 759).

Adicionalmente, as pesquisas de revisão de literatura caracterizam-se, muitas vezes, como um passo inicial para qualquer pesquisa científica, dado que elas podem explicitar o conhecimento atualizado sobre determinado tema. Nesse sentido, têm características da pesquisa exploratória ao permitirem maior familiaridade com objeto de estudo, e são, comumente, realizadas em materiais como artigos, livros, e teses, por exemplo (Gil, 2008).

A Revisão Integrativa (RI) é um método que permite a síntese dos conhecimentos existentes e a incorporação dos resultados dos estudos significativos à prática (Souza, 2010). Esse método articula dados da literatura teórica e empírica, além de incorporar a definição de conceitos, revisão de teorias e evidências e análise de problemas metodológicos de um determinado problema em particular, pautando-se nas seguintes etapas: elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura; coleta de dados; análise crítica dos estudos incluídos; discussão dos resultados; apresentação da revisão integrativa (Souza, 2010).

De acordo com as etapas da Revisão Integrativa, inicialmente, foi definida a pergunta norteadora desse estudo: o que se tem publicado sobre a articulação entre Educação Libertadora e a Educação CTS na área de ensino de Ciências? Na busca da literatura, foi realizado, inicialmente, um levantamento dos principais trabalhos em um dos eventos na área de ensino de Ciências, o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) que é bienal.

A seleção pelo ENPEC, justifica-se por ser um evento de referência na área do ensino de Ciências. Em seguida, foi realizado um levantamento a partir de periódicos acadêmico-científicos dos estratos A1 e A2 da área de ensino de Ciências definidos pelo Qualis da CAPES, na avaliação quadrienal de 2017-2020. Os periódicos acessados foram: *Ciência & Educação* (Bauru); *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*; *Revista Experiências em Ensino de Ciências* (EENCI); *Investigações em Ensino de Ciências* (IENCI); *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (RBPEC) e *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* (RBECT).

Por fim, foi realizado um levantamento no repositório do IBICT na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Na escolha por esse repositório considerou-se que ele integra, em um único portal, os sistemas de informação de teses e dissertações existentes no País e disponibiliza para os usuários um catálogo nacional de teses e dissertações em texto integral, possibilitando um caminho único de busca e acesso a esses documentos.

Para delimitação da amostra, foram utilizados como critérios de inclusão, a disponibilidade na íntegra e a presença dos seguintes descritores no título, resumo e/ou palavras-chave: “Freire-CTS”, “Freire” and “CTS”, “Abordagem Freireana e perspectiva

CTS”, “Ciência-Tecnologia-Sociedade e os pressupostos Freireanos”. Em contrapartida, foram estabelecidos critérios de exclusão, que eliminaram os artigos que não atenderam aos critérios de inclusão mencionados anteriormente.

A análise da amostra delimitada considerou os últimos dez anos, ou seja, de 2012 até o segundo semestre do ano de 2022. A escolha por esse período se embasa na pertinência de abranger a literatura mais contemporânea acerca da relação entre Educação Libertadora e Educação CTS na área de ensino de Ciências. Tal abrangência temporal permite uma análise dos avanços, desenvolvimentos e tendências recentes nesse campo de estudo, garantindo, assim, que o presente estudo reflita de forma atualizada a perspectiva vigente sobre o tema em questão. Para os artigos publicados nos anais do evento ENPEC que é bienal foram consideradas as cinco últimas edições de cada um deles. Importante ressaltar que os artigos que citavam obras de Paulo Freire e referenciais da Educação CTS apenas de forma pontual foram desconsiderados por não contribuírem para o objeto de estudo deste trabalho.

As análises foram conduzidas considerando categorias construídas a posteriori, as quais foram: propósitos da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS; articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS; possibilidades e limitações da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS. Essas categorias foram adotadas para uma compreensão abrangente e aprofundada da temática, possibilitando refletir de forma consistente e detalhada a perspectiva vigente sobre a relação entre Educação Libertadora e Educação CTS no ensino de Ciências.

A partir da busca, foram identificados seis trabalhos nas cinco últimas edições do ENPEC: um trabalho no IX ENPEC-2013, um trabalho no X-ENPEC-2017 e quatro trabalhos no XIII-ENPEC-2021. Os trabalhos identificados foram representados pela letra "T" e estão organizados no Quadro 4, considerando o evento, o ano de publicação, o código do trabalho, e o título e autoria.

Para a análise dos periódicos, foram considerados os artigos publicados nos últimos dez anos. No periódico Ciência & Educação, foram identificados dois artigos; no Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, foram identificados dois artigos; na Revista Experiências em Ensino de Ciências (EENCI), foi identificado um artigo; no periódico Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), foram identificados dois artigos; na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), foram identificados dois artigos; e na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT), um artigo foi identificado. No Quadro 5, os artigos,

representados pela letra "A", estão organizados por periódicos, ano de publicação, código do artigo, títulos e autores.

Para a análise das teses e dissertações, foram consideradas aquelas publicadas nos últimos dez anos. No repositório da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), foram identificadas onze dissertações, representadas pela letra "D", e duas teses, representadas pela letra "TE". No Quadro 6, estão representadas as dissertações, e no Quadro 7, as teses. As dissertações e teses estão organizadas por seus respectivos códigos, autoria, ano de publicação e títulos.

Os trabalhos, artigos, dissertações e teses foram analisados segundo a Análise Textual Discursiva (ATD), a qual envolve a segmentação das unidades de significado e seu agrupamento em categorias temáticas, possibilitando uma interpretação reflexiva dos dados coletados. A ATD compreende duas etapas interligadas: a) desmontagem dos textos, que consiste na segmentação dos dados em unidades significativas e relevantes, permitindo a identificação de temas e padrões emergentes; e b) o estabelecimento de relações, que envolve a categorização e organização das unidades em diferentes grupos temáticos, proporcionando uma compreensão mais profunda dos significados subjacentes ao discurso. Essa metodologia oferece uma abordagem rigorosa e reflexiva para a análise textual, permitindo aos pesquisadores explorar detalhadamente o conteúdo discursivo e interpretar os dados coletados de forma contextualizada (Moraes; Galiazzi, 2016). As categorias de análise, construídas a posteriori, foram: propósitos da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS; articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS; e possibilidades e limitações da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS.

A discussão dos resultados da RI foi organizada considerando-se os propósitos da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, a articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, e as possibilidades e limitações da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS. A seguir, estão apresentados os quadros que refletem os resultados obtidos por meio da revisão integrativa, possibilitando, assim, um delineamento mais aprofundado do estudo. O quadro 4, apresentado os seis trabalhos identificados nas cinco últimas edições do ENPEC.

Quadro 4 - Trabalhos analisados das cinco últimas edições do ENPEC

Evento	Ano	Código do Texto	Títulos e autores
--------	-----	-----------------	-------------------

XIII ENPEC	2021	T1	A investigação temática na perspectiva Freire-CTS como dinâmica curricular: resultados do desenvolvimento em sala de aula (Schwan; Santos; Kleszta, 2021).
XIII ENPEC	2021	T2	Aproximações entre a pedagogia Freireana e o Ensino de Ciências na perspectiva CTS (Gonçalves <i>et al</i> , 2021).
XIII ENPEC	2021	T3	Dimensões de ciência e tecnologia na obra Pedagogia do Oprimido de Paulo Freire (Luz; Almeida, 2021).
XIII ENPEC	2021	T4	Relações Freire-CTS na problematização da atividade científico-tecnológica (Almeida; Strieder 2021).
XI ENPEC	2017	T5	Matriz de referência CTS na investigação do Tema Gerador: um olhar para a racionalidade científica (Almeida; Gehlen, 2017).
IX ENPEC	2013	T6	Elementos da temática CTSA na perspectiva dos temas geradores presentes nas falas de professores de ciências do sul fluminense (Cabral, 2013).

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

O quadro 5, apresenta os artigos selecionados nos periódicos *Ciência & Educação*, *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, *Revista Experiências em Ensino de Ciências (EENCI)*, *Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)*, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)* e *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT)*. Esses periódicos são reconhecidos por sua grande relevância na área de ensino das ciências e constituem fontes valiosas de conhecimento e pesquisa sobre a articulação entre Educação Libertadora e Educação CTS.

Quadro 5 - Artigos em periódicos

Periódico	Ano	Código do Texto	Títulos e autores
<i>Ciência & educação</i>	2022	A1	O ensino de ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos (souza; Valadares, 2022).
<i>Ciência & educação</i>	2016	A2	A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS (ROSO; AULER, 2016).
<i>Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências</i>	2019	A3	Organização curricular na perspectiva Freire-CTS: propósitos e possibilidades para a educação em ciências (Almeida; Gehlen, 2019).
<i>Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências</i>	2015	A4	Currículo temático fundamentado em Freire-CTS: engajamento de professores de física em formação inicial (Roso; Santos; Rosa; Auler, 2015).
EENCI	2019	A5	Educação CTS/CTSA com enfoque freiriano por meio de aula de campo sobre recuperação de nascente de água (Demuner; Santos, 2019).
EENCI	2020	A6	Educação ambiental e educação CTS numa perspectiva Freireana: a necessária superação da contradição entre conservação e desenvolvimento (Luz; Almeida, 2020).
EENCI	2020	A7	O conceito de energia em periódicos da área de educação em ciências: a discussão da conservação/degradação de energia em práticas educativas de perspectivas Freire-CTS. (Hansen; Marsango; Brum, 2020).

RBPEC	2021	A8	Paulo Freire na Educação em Ciências Naturais: Tendências e Articulações com a Alfabetização Científica e o Movimento CTSA (Kauano; Marandino, 2021).
RBPEC	2019	A9	Agrotóxicos no Brasil: Uma Visão Relacional a Partir da Articulação Freire-CTS (Sousa; Gorri, 2019).
RBPEC	2018	A10	Educação CTS e a não neutralidade da ciência tecnologia: um olhar para práticas educativas centradas na questão energética (ROSA; Strieder, 2018).

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

O quadro 6, apresenta as dissertações selecionadas e o quadro 7, as teses, ambas com foco na relação entre Educação Libertadora e Educação CTS. Essas pesquisas foram criteriosamente escolhidas, considerando um período de abrangência nos últimos dez anos, para fornecer uma visão atualizada sobre a integração dessas abordagens pedagógicas no ensino das Ciências.

Quadro 6 - Dissertações analisadas

Código do texto	Autoria, ano de publicação e títulos
D1	GIACOMINI, A. Intervenções curriculares na perspectiva da abordagem temática: avanços alcançados por professores de uma escola pública estadual do RS. 2014. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós- Graduação em Educação em ciência) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.
D2	FIGUEIRA, R. Abordagem temática e a introdução de conteúdos de física moderna e contemporânea no ensino médio: uma primeira aproximação. 2014. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós- Graduação em Educação) -- Universidade Federal de São Carlos · UFSCar.
D3	CENTA, F. G. “Arroio Cadena: cartão postal de Santa Maria”?: possibilidades e desafios em uma reorientação curricular na perspectiva da abordagem temática. 2015. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós graduação em Matemática e Ensino de Física) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.
D4	JESUS, M. P. Contextualização do ensino de química por meio do enfoque CTS atrelado à pedagogia de Paulo Freire. 2017. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática) -Universidade Federal de Sergipe – UFS.
D5	DIAS, F. F. Ensino de física a partir da articulação Freire-CTS: lançando um novo olhar sobre as escolas do campo. 2018. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós graduação em Matemática e Ensino de Física) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.
D6	FONSECA, E. M. Abordagem de temas no ensino de ciências: reflexões para processos formativos de professores. 2019. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós- graduação em Ensino) - Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA.
D7	DINIZ, F. Contribuição da horta escolar para uma educação problematizadora nos anos finais do ensino fundamental. 2019. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar) - Universidade Estadual Paulista – UNESP.
D8	JESUS, C. P. F. Educação CTS/CTSA baseada em Paulo Freire: produção de saberes de ciências biológicas e geociências no ensino médio no noroeste capixaba. 2019. Dissertação de Mestrado. (Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.
D9	JOTA, A. B. F. Reorientação curricular na disciplina química via tema gerador: uma aproximação Freire-CTS. 2019. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

D10	MARQUES, S. G. Articulação Freire-CTS na formação de educadoras dos anos iniciais. 2019. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.
D11	SILVA, M. H. S. Caso simulado CTS e temas controversos na educação científica e tecnológica: aspectos da produção e análise discursiva de uma matriz de referência. 2021. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal de Viçosa.

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Quadro 7 - Teses analisadas

Código do texto	Autoria, ano de publicação e títulos
T1	BARBOSA, R. G. Educação científica e tecnológica para a participação: Paulo Freire e a criatividade. 2014. Tese de Doutorado. (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas) - Universidade Estadual de Londrina – UEL.
T2	GONZATTO, R. F. Usuários e produção da existência: contribuições de Álvaro Vieira Pinto e Paulo Freire à interação humano-computador. 2018. Tese de Doutorado. (Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade- PPGTE) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR.

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

A seguir, são apresentadas as análises dos resultados, buscando sistematizar todos os achados de acordo com as categorias estabelecidas, a fim de analisar as publicações sobre a articulação entre Educação Libertadora e Educação CTS na área de ensino de Ciências no contexto brasileiro. Essa sistematização permitiu uma visão panorâmica das contribuições dessas publicações para a compreensão e reflexão sobre a interseção entre essas abordagens pedagógicas. Além disso, essa análise possibilitou identificar tendências, lacunas e potencialidades nas pesquisas que abordam a relação entre Educação Libertadora e Educação CTS, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento nessa área e para o desenvolvimento de práticas educacionais mais transformadoras e contextualizadas no ensino de Ciências.

Fundamentados na Análise Textual Discursiva (ATD), um processo de construção auto-organizado que, a partir de suas etapas de unitarização, categorias e metatexto, conduz a novas compreensões (Moraes; Galiazzi, 2011), delimitamos a *posteriori* três categorias analíticas: quais são os propósitos da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS?; como a Educação Libertadora e a Educação CTS podem ser articuladas?; e quais são as possibilidades e as limitações da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS?

1.9.1 Quais são os propósitos da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS?

Gonçalves et al (2021), em T2, investigaram alguns fatores de aproximação entre a pedagogia Freireana e o Ensino de Ciências na perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), por meio de uma pesquisa bibliográfica, partindo de quatro grandes dimensões da pedagogia Freireana: educação como política sociocultural humanizadora; o diálogo como forma de leitura, compreensão e pronúncia do mundo; a problematização como forma de indagar criticamente o mundo e resistir aos processos de opressão; o rompimento com a lógica bancária como forma de mudança de percepção e atitudes. Segundo os autores, os resultados indicam que ambas as perspectivas contribuem para superar o modelo de racionalidade técnica no ensino de Ciências e favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo, com vistas às ações transformadoras.

Almeida e Strieder (2021) em T4, investigam os propósitos da articulação Freire-CTS no Ensino de Ciências. Nesse sentido, as autoras consideraram três dimensões analíticas: abordagem axiológica, relativa aos aspectos valorativos acerca da CT; abordagem ideológica, relativa às concepções mistificadas de dominação das consciências; e abordagem das relações sociais da CT. Como resultados, as autoras mencionam que:

As articulações Freire-CTS tecidas nos trabalhos analisados, especificamente nas abordagens axiológica e ideológica, expressam o desejo de um redirecionamento político no Ensino de Ciências e nos processos de produção da CT, de modo a sanar as desigualdades sociais e construir uma CT mais humanizada e com uma maior participação social (Almeida; Strieder, 2021, P. 6).

Almeida e Gehlen (2017), em T5, analisaram a natureza de um tema gerador obtido durante a investigação temática a partir da matriz de referência CTS. Para as autoras, a partir da matriz em tela, identificou-se potencialidades do tema gerador para estabelecer relações entre a realidade dos estudantes e o conhecimento escolar, “podendo proporcionar questionamentos sobre aspectos sociais, ambientais, econômicos, políticos e éticos referentes ao desenvolvimento, bem como despertar nos educandos o desenvolvimento de compromisso social” (Almeida; Gehlen, 2017, P. 8).

Em A4, de autoria de Roso, Santos, Rosa e Auler (2015), o trabalho envolveu a vivência de professores(as) de física, em formação inicial, com a abordagem temática fundamentada em Freire-CTS. Os autores investigaram posicionamentos de professores acerca da “possibilidade de realizar encaminhamentos curriculares pautados pela abordagem temática durante seu estágio curricular e/ou no decorrer da sua atuação profissional” (Roso; Santos; Rosa; Auler, 2015, p. 372). Como resultados, foram identificados três posicionamentos: da fragmentação

disciplinar à interdisciplinaridade, temas da realidade dos estudantes como ponto de partida e abordagem temática: reconfiguração curricular ou nova metodologia?

Luz e Almeida (2020), em A6, discutem contribuições da Educação Ambiental e da Educação CTS segundo a perspectiva freireana, para desvelar a contradição entre conservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico na Educação em Ciências. Nesse sentido, segundo as autoras, “o desenvolvimento de processos educativos orientados segundo valores humanizadores pode colaborar para um ensino de ciências comprometido em desvelar a realidade em suas múltiplas partes constitutivas, [...]” (Luz; Almeida, 2020, p. 184).

Em A7, Hansen, Marsango e Brum (2020) investigaram como o tema energia (conservação/degradação) tem sido trabalhado no currículo da Educação Básica. Por meio de uma pesquisa bibliográfica, os autores consideraram como categorias: abrangência dos temas; surgimento dos temas; disciplinas envolvidas na estruturação dos temas; relação tema/conteúdo; conteúdo tradicional designado de tema. A partir das análises, os autores constataram “que a maioria das práticas foram capazes de propiciar mais participação dos estudantes no processo educacional” (Hansen; Marsango; Brum, 2020, p. 120), o que destaca a relevância de práticas educativas de perspectivas Freire-CTS.

Rosa e Strieder (2018, p. 98), em A10, buscaram verbalizar, por meio de uma pesquisa bibliográfica em artigos sobre educação CTS relativa à questão energética, “dimensões silenciadas e associadas à suposta neutralidade a fim de contribuir com a elaboração de práticas educativas”. Segundo as autoras, as dimensões identificadas, oriundas da educação CTS e da abordagem temática freireana, foram: seleção e natureza dos temas; elaboração das problematizações; papel e seleção dos conhecimentos; postura dialógica e participativa. Nesse sentido, as autoras ressaltam “a importância de abordar problemas reais e contradições sociais, que possibilitam problematizar conhecimentos e vozes além dos técnico-científicos, contribuindo para a superação de visões ingênuas e a construção de processos democráticos”.

Silva (2021), em D11, teve o objetivo de realizar uma análise discursiva do processo de elaboração de uma matriz de referência para a construção e realização de casos simulados CTS. Segundo ele, a matriz de referência construída abre possibilidades de mudanças de sentidos neutros e autônomos acerca da ciência e da tecnologia, que podem contribuir para participação social e superação da tecnocracia em práticas nos contextos latino-americanos orientadas pela articulação CTS-PLACTS-Freire.

Em TE2, Gonzatto (2018), caracteriza, analisa e tensiona as implicações da categoria “usuário” em Interação Humano-Computador. Nesse sentido, ele toma por base a perspectiva

CTS articulada às ideias e às obras de Álvaro Pinto, como, por exemplo, O conceito de tecnologia e Consciência e realidade nacional, e de Paulo Freire, tais como Pedagogia do oprimido e Conscientização. Para este autor, o “usuário” precisa ser reconhecido como protagonista do processo social de produção das interações humano-computador.

Em síntese, a partir dos estudos analisados neste tópico, a Educação Libertadora de Paulo Freire quando articulada à Educação CTS, tem, dentre outros, propósitos tais como: investigar fatores de aproximação entre a pedagogia Freireana e o Ensino de Ciências na perspectiva CTSA (Gonçalves *et al.*, 2021); redirecionar a dimensão política no Ensino de Ciências (ALMEIDA; STRIEDER, 2021); analisar a natureza de um tema gerador obtido durante a investigação temática a partir da matriz de referência CTS (ALMEIDA; GEHLEN, 2017); investigar a vivência de professores(as) de Física, em formação inicial, com a abordagem temática fundamentada em Freire-CTS (Rosa; Santos; Rosa; Auler, 2015); discutir contribuições da Educação Ambiental e da Educação CTS segundo a perspectiva freireana (Luz; Almeida, 2020); investigar como o tema energia tem sido trabalhado no currículo da Educação Básica (Hansen; Marsango; Brum, 2020); investigar dimensões silenciadas e associadas à suposta neutralidade a fim de contribuir com a elaboração de práticas educativas (Rosa; Strieder, 2018); analisar o discurso do processo de elaboração de uma matriz de referência para a construção e realização de casos simulados CTS (Silva, 2021); analisar implicações da categoria “usuário” em Interação Humano-Computador tomando por base a perspectiva CTS articulada às ideias e às obras de Álvaro Pinto e de Paulo Freire (Gonzatto, 2018).

Entre os propósitos identificados da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, destaca-se o de redirecionar a dimensão política no ensino de Ciências, apontado no trabalho de Almeida e Strieder (2021). Isso porque entende-se que esse redirecionamento político vai de encontro com a função da educação na perspectiva freireana que é a de “[...] não apenas ler a palavra, mas ler o mundo através da palavra, para transformá-lo” (Fávero, 2011, p. 7).

1.9.2 Como a Educação Libertadora e a Educação CTS podem ser articuladas?

Em T1, os autores Schwan, Santos e Kleszta (2021) destacam que, na articulação Freire-CTS, o processo de definição do tema é uma lacuna apontada por diversos pesquisadores e, nesse sentido, eles propõem que a articulação Freire-CTS seja desenvolvida a partir da

Investigação Temática na compreensão crítica da realidade. Os resultados indicam que a problematização e a atribuição de diferentes significados aos conhecimentos, possibilitam diferentes reflexões e promovem a curiosidade crítico-reflexiva pelos estudantes, superando a curiosidade ingênua.

Souza e Valadares (2022), em A1, objetivaram avaliar quais foram as mudanças de concepção apresentadas pelos estudantes do Ensino Médio sobre os impactos da mineração ao meio ambiente, após a aplicação de uma sequência didática com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade associado com a dinâmica dos três momentos pedagógicos (3MP), baseada nos princípios de Paulo Freire. Os autores verificaram que a leitura crítica da realidade a partir de Freire contribui para uma compreensão crítica sobre as interações CTS.

Almeida e Gehlen (2019), em A3, investigaram propósitos educacionais durante a seleção dos conteúdos programáticos para construção da Rede Temática, em um processo formativo de professores, balizado na Investigação Temática. Segundo as autoras, a partir da matriz de referência sobre CTS, foram estabelecidas três categorias: percepções entre o conhecimento científico e o cotidiano do educando; questionamentos de situações-locais; e compromissos sociais. Nesse sentido, “a identificação destes propósitos corrobora para a defesa de que a Investigação Temática pode nortear a construção de currículos humanizadores”, isso porque possibilita a autonomia e engajamento dos educandos e educadores diante de demandas sociais [...]”.

Demuner e Santos (2019, p. 102), em A5, tiveram o objetivo de “estudar o desenvolvimento de um plano de intervenção escolar sobre a temática de recuperação de nascente de água, água potável e recuperação de matas ciliares”, buscando uma aproximação com a educação CTS/CTSA. Nesse intuito, os autores estruturaram uma intervenção escolar fundamentada na abordagem temática freireana (ATF). Como resultados, os autores indicam que a intervenção proporcionou a apropriação de conteúdos relativos à temática de recuperação de nascente de água, envolvendo aspectos diversos, tais como tecnológicos, científicos, econômicos, sociais, culturais e ambientais, e promoveu nos estudantes criticidade, autonomia, pertencimento local e empoderamento social.

Em A9, Sousa e Gorri (2019, p. 399), discutem “algumas das dimensões presentes no uso de agrotóxicos no contexto brasileiro, visando fornecer subsídios teóricos para a discussão do tema numa perspectiva mais ampla em sala de aula”. Nessa perspectiva, pautadas na discussão em pressupostos do movimento CTS e da perspectiva educacional freireana, as autoras discutem aspectos “[...] mediante a construção de uma rede de relações, baseada na

proposta da Rede Temática, tendo como referência dimensões relacionadas com a economia; meio ambiente e saúde pública; e políticas públicas e participação social” (Sousa; Gorri, 2019, p. 399).

Diniz (2019), em D7, tomando por base pressupostos da educação dialógica, problematizadora e libertadora de Paulo Freire e referenciais teóricos da abordagem CTS, investigou as potencialidades do uso da horta escolar como recurso para a abordagem de conteúdos científicos. Nesse sentido, a autora elaborou uma sequência didática, utilizando a horta escolar, desenvolvida com estudantes de uma turma de 8º ano, durante as aulas de Ciências. A autora destacou que as atividades desenvolvidas, durante o desenvolvimento da sequência didática, favorecem a problematização de questões sociais, políticas, ambientais e econômicas e possibilidades para uma formação crítica do estudante.

Em D8, Jesus (2019), buscou desenvolver o pensamento crítico dos alunos, bem como estimular o seu interesse pela produção científica voltada às demandas socioambientais. Para tanto, a autora estruturou uma sequência didática interdisciplinar nas áreas de Ciências Biológicas e de Geociências fundamentada nos pressupostos epistemológicos da Educação Ambiental e CTS/CTSA e no método dos três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento), fundamentado na prática educativa de Paulo Freire.

Jota (2019), em D9, investigou como a Abordagem Temática Freireana e os pressupostos do campo de estudos CTS podem ser utilizados para a construção de conteúdo programático da disciplina Química na 3ª série do Ensino Médio regular, em uma escola da Cidade do Natal, Estado do Rio Grande do Norte. A partir da Investigação temática e do tema gerador, o autor elaborou uma sequência didática com abordagem CTS fundamentada nos três momentos pedagógicos para o ensino do conceito de reação de combustão, na perspectiva da sustentabilidade.

Barbosa (2014), em TE1, buscou investigar o problema da participação consciente ou intencional dos estudantes durante as aulas de Física em uma escola pública. Para isso, o autor articulou as ideias de Paulo Freire e a abordagem de ensino de ciências CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), a partir da construção de uma sequência didática. Para Barbosa (2014), pesquisas realizadas no âmbito CTS e fundamentadas Freire reforçam a necessidade de uma educação voltada para a cidadania e que promova a participação dos sujeitos nos processos de tomada de decisões.

Diante dos estudos analisados, destacam-se alguns aspectos, segundo os quais, a Educação Libertadora e a Educação CTS podem ser articuladas: a partir da Investigação Temática (Schwan; Santos; Kleszta, 2021; Almeida; Gehlen, 2019); por meio de sequência didática com enfoque CTS associado com a dinâmica dos três momentos pedagógicos fundamentados nos pressupostos freireanos (Souza; Valadares, 2022; Jota, 2019); a partir de uma intervenção escolar fundamentada na abordagem temática freireana (ATF) (Demuner; Santos, 2019); utilizando a proposta da Rede Temática (Sousa; Gorri, 2019); uso de sequência didática, utilizando a horta escolar como recurso (Diniz, 2019); por meio de uma sequência didática interdisciplinar fundamentada nos pressupostos epistemológicos da Educação Ambiental, da Educação CTS/CTSA e no método dos três momentos pedagógicos (Jesus, 2019); a partir de sequência didática fundamentada na Educação CTS e nas ideias de Paulo Freire (Barbosa, 2014).

Em síntese, vale ressaltar que a articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, segundo os trabalhos de Souza e Valadares (2022), Jota (2019) e Jesus (2019), pode ser realizada, considerando-se, além dos pressupostos da Educação CTS, os três momentos pedagógicos. Esse é um resultado relevante ao tempo em que os momentos pedagógicos (problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) constituem-se, em conjunto, como um método para a “[...] transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal, [...]” (Muenchen; Delizoicov, 2014, 620).

1.9.3 Quais são as possibilidades e as limitações da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS?

As possibilidades da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS foram identificadas em alguns trabalhos. Em T3, os autores Luz e Almeida (2021), considerando que pressupostos freireanos estão presentes na Educação CTS, destacam contribuições desses pressupostos para a reflexão crítica sobre ciência e tecnologia. Nesse sentido, os autores analisaram como a dimensão científico-tecnológica comparece na obra *Pedagogia do Oprimido* de Paulo Freire e como esta dimensão relaciona-se com os principais pressupostos político-pedagógicos freireanos. Como resultados, os autores identificaram cinco dimensões de ciência e tecnologia: instrumentos da dominação; instrumentos da libertação; dimensões indissociáveis; contextualizadas social e historicamente; não neutras. Para eles, tais dimensões “podem contribuir para a constituição de sínteses integradoras entre a Educação CTS e o Pensamento

Freireano, sempre afinadas com o desenvolvimento de uma perspectiva humanizadora da Educação em Ciências no Brasil” (Luz; Almeida, 2020, p. 12).

Giacomini (2014), em sua dissertação, D1, fundamentou sua pesquisa nos pressupostos de Paulo Freire e nas repercussões educacionais do movimento CTS. Em seus resultados, o autor destaca que esses pressupostos teóricos e metodológicos contribuem para um processo de reconfigurações curriculares balizadas na perspectiva crítica e no contexto social.

Figueira (2014, p. 22) em D2, enfatiza que “[...] A abordagem de temas contemporâneos que tem implicações sociais e são relacionados à CT, pode ser favorecida quando articulada a perspectiva educacional de Paulo Freire”. Além disso, o autor enfatiza que um trabalho educacional a partir da articulação entre pressupostos freireanos e a Educação CTS precisa ser discutido e planejado no coletivo, de forma a minimizar os efeitos da fragmentação no ensino escolar, e possibilitar a problematização de conhecimentos científicos e a abordagem de dimensões axiológicas no processo de ensino e aprendizagem.

Centa (2015), em D3, desenvolveu um trabalho baseado na Abordagem Temática Freireana (ATF) articulada ao enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Para esta autora, por meio da articulação entre essas duas perspectivas, foram identificadas algumas contribuições, tais como: a inserção da interdisciplinaridade, a ampliação do trabalho coletivo na escola, o diálogo entre educador-educandos, e o despertar para uma cultura de participação.

Jesus (2017), em D4, considera que a Educação CTS tem aproximações com a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, e nesse sentido, analisou o desenvolvimento de uma sequência didática (SD) composta por 8 aulas, elaborada na perspectiva da Educação CTS e da Pedagogia de Paulo Freire, a partir do tema-gerador “alimentos”. Segundo autora, os resultados indicaram, entre outros aspectos, a elaboração de um olhar crítico dos estudantes sobre os alimentos industrializados na sociedade do consumo.

Em D6, Fonseca (2019, p. 43) destaca que nos “[...] trabalhos pautados por pressupostos freireanos, os temas são constituídos de manifestações locais de contradições maiores presentes na dinâmica social, o saber de experiência feito dos alunos”. Diante disso, para esse autor, os temas quando relacionados à Educação CTS e correlacionados aos princípios freireanos, acabam possibilitando aos estudantes bem como aos professores maneiras de compreender, interagir e agir no meio em que vivem, buscando meios de transformação.

A partir das análises dos trabalhos, pode-se destacar como possibilidades da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS: o desenvolvimento de reflexão crítica sobre ciência e tecnologia (Luz; Almeida, 2020); reconfigurações curriculares balizadas na

perspectiva crítica e no contexto social (Giacomini, 2014); a abordagem de temas contemporâneos que tem implicações sociais e são relacionados à CT (Figueira, 2014); a inserção da interdisciplinaridade, a ampliação do trabalho coletivo na escola, o diálogo entre educador-educandos, e o despertar para uma cultura de participação (Centa, 2015); o desenvolvimento do olhar crítico dos estudantes sobre os alimentos industrializados na sociedade do consumo (Jesus, 2017); a promoção de maneiras de compreender, interagir e agir no meio em que vivem, buscando meios de transformação (Fonseca, 2019).

A reflexão e o olhar crítico dos educandos, por exemplo, identificados nos trabalhos de Luz e Almeida (2020) e de Jesus (2017) como possibilidades da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, podem contribuir para tornar os estudantes capazes de viver em sociedade e de tomar decisões com um olhar crítico e reflexivo, Freitas e Ghedin, (2015) e para superar a cultura do silêncio caracterizada pela ausência de participação do conjunto da sociedade em processos decisórios (Freire, 1987).

Outros trabalhos trouxeram indícios de limitações da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS. T6, de autoria de Cabral (2013), por exemplo, teve como objetivo analisar como a relação CTSA está expressa na prática docente do ensino de ciências para o ensino médio e no desempenho dos estudantes nas questões do ENEM sobre energia, e nesse sentido, propuseram um curso de formação continuada de professores de ciências segundo a abordagem CTSA sob a perspectiva freireana dos Temas Geradores. Segundo Cabral (2013), foram identificados no discurso dos professores questões éticas da ciência, entretanto, eles não conseguem articular cognitivamente seus discursos no campo epistemológico e da natureza das ciências.

Em A2, de autoria de Roso e Auler (2016) foi analisado como ocorre a definição e estruturação de currículos em práticas educativas do campo CTS, por meio de uma pesquisa bibliográfica em artigos publicados em revistas brasileiras de Educação em Ciências. Fundamentados nos pressupostos educacionais de CTS, de Paulo Freire, e proposições do Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS), os autores destacam os resultados acerca da definição e estruturação de currículos em práticas educativas CTS foram sistematizados em quatro categorias: currículos temáticos, professores selecionam temas para cumprir listagens de conteúdo, não realização da investigação dos temas, focos de colaboração e interdisciplinaridade. Para os autores, tais resultados sinalizam limitações, como, por exemplo, possível esvaziamento de pressupostos freireanos, indícios de um reducionismo metodológico e o consumismo não problematizado.

Kauano e Marandino (2021, p. 1) em A8, buscaram “apresentar articulações entre os estudos de Paulo Freire e o campo da educação científica”. Nesse intuito, os autores centraram-se na perspectiva da Alfabetização Científica (AC) e da Educação CTSA. Para eles, “a alfabetização e o papel do diálogo em Freire são destacados para a compreensão de paralelos e tensões com a alfabetização científica e CTSA”. Ainda segundo dos autores, ainda existe um distanciamento entre pressupostos freireanos e AC no contexto brasileiro.

Em D5, Dias (2018), investigou elementos teóricos e práticos para fundamentar a organização de estratégias didático-metodológicas ancoradas na articulação dos pressupostos Freireanos e do enfoque CTS para o processo de ensino-aprendizagem de Física nas escolas do campo. Segundo a autora, os resultados indicam que as escolas pesquisadas, não constroem o currículo tomando por base questões relacionadas ao contexto delas e que formações docentes fundamentadas na articulação Freire - CTS podem contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de Física e com a formação dos sujeitos do campo.

Em D10, Marques (2019) investigou quais os desafios encontrados na construção e implementação de um processo formativo, balizado na articulação Freire-CTS, desenvolvido com educadoras dos anos iniciais do ensino fundamental de uma escola pública municipal de Caçapava do Sul/RS. Os resultados do estudo indicaram pouca autonomia das educadoras relativa à organização curricular, compreensões reducionistas acerca das ideias freireanas, da realidade, e do papel deles nos processos de ensino e aprendizagem.

Quanto às limitações da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, os resultados sinalizam: dificuldades de professores em articular cognitivamente seus discursos no campo epistemológico e da natureza da ciências (Cabral, 2013); na estruturação de currículos em práticas educativas do campo CTS observou-se esvaziamento de pressupostos freireanos, indícios de um reducionismo metodológico e o consumismo não problematizado (Roso; Auler, 2016); distanciamento entre pressupostos freireanos e AC no contexto brasileiro quando se discute articulações entre os estudos de Paulo Freire e o campo da educação científica (Kauano; Marandino, 2021); escolas que não constroem o currículo tomando por base questões relacionadas ao contexto delas (Dias, 2018); pouca autonomia das educadoras relativa à organização curricular, compreensões reducionistas acerca das ideias freireanas, da realidade, e do papel deles nos processos de ensino e aprendizagem, quando se investigou a construção e implementação de um processo formativo, balizado na articulação Freire-CTS (Marques, 2019).

Diante de tais limitações, destacam-se aquelas relativas aos professores, considerando-se por exemplo, o trabalho de Marques (2019), segundo o qual os professores participantes de sua pesquisa expressaram compreensões reducionistas acerca das ideias freireanas. Portanto, na articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS é necessário olhar para o papel do educador no processo de ensino e aprendizagem e na formação do educando para o exercício da cidadania (Nascimento; Linsingen, 2006). Por conseguinte, é preciso garantir a inserção de discussões epistemológicas acerca da Educação Libertadora no âmbito da formação docente.

Na articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, foram identificados diferentes propósitos durante a revisão integrativa realizada. Entre esses propósitos, dois se destacam: o redirecionamento político no ensino de Ciências e a natureza do tema gerador. O primeiro propósito tem o potencial de contribuir para superar a cultura do silêncio, promover uma participação social mais efetiva e cultivar um posicionamento crítico em relação às questões sociais relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico. Já o segundo propósito abre caminho para a incorporação dos princípios freireanos e para a discussão de diversos aspectos, como tecnologia, sociedade, economia e política, características intrínsecas à abordagem da Educação CTS.

Os resultados das análises mostraram que a articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS é abordada de várias maneiras. Isso inclui a utilização da Investigação Temática e a implementação de uma sequência didática baseada nos princípios da Educação CTS e nos três momentos pedagógicos. Importante destacar que, em conjunto, esses três momentos pedagógicos desempenham um papel fundamental na incorporação dos fundamentos da Educação Libertadora no ambiente escolar.

Quanto às possibilidades da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, as análises realizadas indicaram, entre outras: o desenvolvimento de reflexão crítica sobre ciência e tecnologia, reconfigurações curriculares balizadas na perspectiva crítica e no contexto social, e a abordagem de temas contemporâneos que tem implicações sociais e são relacionados à CT. Tais possibilidades podem contribuir para o atendimento dos objetivos educacionais da Educação Libertadora e a Educação CTS.

Sobre as limitações na articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS, destacam-se: as dificuldades de professores para essa articulação; o esvaziamento de pressupostos freireanos, indícios de um reducionismo metodológico e o consumismo não problematizado na estruturação de currículos em práticas educativas CTS; e o distanciamento entre pressupostos freireanos e alfabetização científica no contexto brasileiro quando se

discute sobre articulações entre os estudos de Paulo Freire e o campo da educação científica. Ressalta-se que é preciso olhar para a formação e para a prática docente nesse processo.

A partir desse estudo, algumas contribuições para as pesquisas em ensino de Ciências e para o ensino de Ciências podem ser destacadas. A articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS pode proporcionar ganhos para ambas as perspectivas educacionais e para o ensino de Ciências, como, por exemplo, o exercício do questionamento e da participação social pelos estudantes diante de questões científicas e tecnológicas. Além disso, essa intersecção tem permitido uma releitura e aprofundamento teórico e metodológico, que podem potencializar respostas às demandas sociais contemporâneas.

Adicionalmente, a articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS implica desafios para o ensino de Ciências. Alguns estudos analisados destacaram dificuldades em incorporar discussões mais críticas sobre as relações entre os aspectos da abordagem. Conseqüentemente, na perspectiva de minimizar tais dificuldades destaca-se a necessidade de mais estudos e investigações sobre a articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS no contexto do ensino de Ciências.

Portanto, considera-se relevante compreender, entre outros objetos de pesquisa, como essas duas perspectivas de ensino, quando articuladas, podem ser complementadas e ampliadas e quais estratégias didáticas podem contribuir efetivamente nesse processo na sala de aula. Dessa forma, pode-se avançar em direção a um ensino de Ciências alinhado aos pressupostos humanizadores de Freire e comprometido com questões sociais e éticas relacionadas à Ciência e Tecnologia na perspectiva do desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia e da participação ativa na sociedade.

Em síntese, a articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS é um ganho para ambas as perspectivas, visto que tem ocorrido uma releitura desses campos e aprofundamentos teóricos e metodológicos, os quais podem ampliar as potencialidades com vistas às demandas sociais. Contudo, as práticas de sala de aula a partir da respectiva articulação, constituem desafios para o ensino de Ciências, visto que alguns dos estudos analisados têm identificado dificuldades para incorporar discussões mais críticas sobre as relações CTS, o que pode expressar a necessidade de uma base educacional mais coerente com os pressupostos humanizadores de Paulo Freire. E, por conseguinte, a necessidade de mais estudos e investigações acerca da articulação entre a Educação Libertadora e a Educação CTS no ensino de Ciências.

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA

O presente estudo é de natureza qualitativa visto que, segundo Godoy (1995), envolve a produção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, visando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo (Flick, 2009; Lüdke; André, 1986).

Além disso, segundo Oliveira (2008), a abordagem qualitativa é uma tentativa de se explicar em profundidade o significado e características dos dados obtidos sem mensuração quantitativa de características ou comportamento. Esse tipo de abordagem não se preocupa com a quantidade de dados, mas “com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais” (Gerhardt; Silveira, 2009, p.32).

Nessa perspectiva, Gatti e André (2011) sustentam que o uso de métodos qualitativos contribui para o avanço do conhecimento em Educação ao permitir uma compreensão melhor dos processos escolares, das aprendizagens, das relações, dos processos institucionais e culturais e cotidiano escolar em suas múltiplas implicações. Assim, entende-se que a pesquisa qualitativa possibilita o detalhamento e análise, considerando o espaço educacional observado, suscitando a reflexão dos significados.

A pesquisa de natureza qualitativa possibilita a hierarquização das ações de descrever, compreender e explicar relações entre a visão global e local, frente a articulação com o problema de pesquisa. Dentre as várias formas que pode assumir uma pesquisa qualitativa, o método da Investigação Temática, concebido por Paulo Freire (Bosco Pinto *et al.*, 2014; Jara, 2013), está enraizado no paradigma da pesquisa-ação, conforme observado por Carr e Kemmis (2004):

A pesquisa-ação é, em si, um processo histórico de transformação de práticas, entendimentos e situações que se realiza na e através da história. Qualquer pesquisa-ação começa com um padrão de práticas e compreensões em uma situação, e termina com outro, em que algumas práticas ou elementos delas permanecem ao longo do processo, outros são acrescentados e alguns desaparecem. Da mesma forma, os entendimentos passam por um processo de transformação histórica. E a situação na qual as práticas são conduzidas, também essas práticas são transformadas em alguns aspectos (Carr; Kemmis, 2004, p. 182).

Neste contexto, a pesquisa-ação emerge como a abordagem apropriada para esta investigação, dada a circunstância de que o pesquisador, autor desta dissertação, desempenhou

igualmente o papel de educador. Assim, a pertinência da pesquisa-ação reside na sua habilidade intrínseca de imergir o pesquisador junto aos participantes em um processo de mudança e transformação. Isso não somente possibilita a compreensão da realidade, mas concede ao pesquisador e aos participantes a oportunidade de interferir visando transformar a realidade em que estão inseridos.

2.1 Contexto e Atores Sociais da Pesquisa

O presente estudo foi realizado com moradores de dois bairros localizados na cidade de Surubim em Pernambuco e com educandos de uma escola situada na mesma cidade. Os educandos participantes estavam matriculados na segunda série do Ensino Médio e estavam em uma faixa etária entre 16 e 17 anos de idade.

A escolha da escola se justifica pelo fato de o pesquisador ter desenvolvido projetos e intervenções nessa instituição durante o período da graduação quando participou do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e do Programa de Residência Pedagógica (PRP). Além disso, atualmente, o pesquisador é professor nessa mesma instituição, o que proporcionou uma maior familiaridade com a logística e o funcionamento interno da escola.

Levando em conta o pouco tempo para a realização da investigação, optamos por trabalhar com uma turma específica, a qual era composta por 33 (trinta e três) educandos devidamente matriculados. A proximidade e experiência do pesquisador como professor da escola facilitou o acesso, a realização de algumas das etapas da pesquisa, dado que ministrava aulas tanto na disciplina regular de Química como no Itinerário de Aprofundamento em Química, e o envolvimento e engajamento dos educandos.

Justificamos a escolha da comunidade pelo fato de ser composta por moradores que estão próximos a escola, o que facilitou a interação e o compartilhamento de experiências em relação ao contexto social e local em que estão inseridos. Nesse sentido, a proximidade geográfica tornou mais acessível a participação dos educandos em todas as etapas que compõem o processo de investigação, possibilitando uma maior compreensão das percepções e concepções da comunidade em relação ao tema em questão. Além disso, essa proximidade poderia estimular o senso de pertencimento dos educandos em relação à comunidade em que vivem e estudam.

A cidade de Surubim é localizada no estado de Pernambuco, na Região Nordeste do Brasil. Mais precisamente, ela está situada na microrregião do Agreste Setentrional do Estado. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade possui aproximadamente 64.000 habitantes. A história de Surubim remonta ao século XIX, quando era uma fazenda de gado pertencente a Lourenço Ramos da Costa. Com o tempo, em torno de um oratório dedicado a São José, surgiram as primeiras casas e, em 1878, o oratório foi substituído por uma capela. Em 8 de junho de 1891, a lei provincial nº 1585 criou a freguesia de São José de Surubim, instalada em 1885 e regida canonicamente pelo padre José Francisco Borges. A cidade recebeu o nome "Surubim" em homenagem ao boi que foi atacado e devorado por uma onça nas terras do fazendeiro Lourenço Ramos, onde hoje se encontra o atual município (Farias, 2021).

Emancipado através da lei estadual nº 1.931, de 11 de setembro de 1928, Surubim cresceu e se desenvolveu ao longo dos anos, tornando-se uma localidade conhecida pelos seus ilustres filhos. Destacam-se José Abelardo Barbosa de Medeiros, mais conhecido como Chacrinha, o Velho Guerreiro, um grande comunicador de rádio e o maior nome da televisão brasileira, e Lourenço da Fonseca Barbosa, mais conhecido como Capiba, o maior compositor de frevo de Pernambuco (Farias, 2021). Atualmente, Surubim é uma cidade com uma comunidade acolhedora e hospitaleira, refletindo a diversidade do povo nordestino em suas tradições e cultura. Seus habitantes têm contribuído ao longo dos anos para o desenvolvimento econômico e para a preservação da riqueza cultural da região, tornando-a um lugar único e encantador para se viver ou visitar. A cidade continua a ser um ponto de encontro de pessoas e histórias que celebram a identidade e a alma do Nordeste brasileiro.

A escola em que a pesquisa foi realizada faz parte de um grupo de nove instituições que oferecem educação integral gratuita para crianças, adolescentes e jovens que se encontram em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Essas escolas têm o propósito de educar e preparar os mais de 4 mil estudantes, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, para enfrentarem os desafios da vida de forma integral. O Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola é fundamentado nos princípios da educação integral e da espiritualidade apostólica. Ele propõe uma abordagem educativa que busca o pleno desenvolvimento do educando em diversas dimensões: afetiva, cognitiva, social, física, estética, ético-valorativa e transcendente.

Com base no Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola, alguns princípios foram percebidos, como, por exemplo, a concepção de uma educação de qualidade como um direito fundamental de todos os indivíduos. A ética cristã e a busca pelo significado da existência são

intrínsecas à proposta educacional da escola, assim como a promoção da solidariedade, enraizada na perspectiva da alteridade e na cultura da paz. Segundo o PPP, a visão de educação integral, que contribui para a construção das subjetividades dos alunos, reflete a importância da formação completa.

2.2 Aspectos Éticos da Pesquisa

A presente pesquisa foi realizada após a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob o N° 65517422.0.0000.9547 e aprovado através do parecer de N° 6.071.626. A participação dos atores sociais no projeto foi condicionada à assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A) e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (APÊNDICE B) e do Consentimento do responsável para a participação do/a voluntário (APÊNDICE C). Aos participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos envolvidos, os possíveis riscos e benefícios. Eles tiveram a oportunidade de esclarecer suas dúvidas antes de concordarem voluntariamente em participar.

É fundamental salientar que o respeito a ética e a privacidade dos participantes foi uma prioridade na condução da pesquisa. Todos os dados fornecidos pelos participantes serão mantidos em total confidencialidade e serão divulgados apenas em eventos ou publicações científicas de forma anonimizada, preservando a identidade dos envolvidos. Os dados da pesquisa, por meio de gravações em vídeo, questionários, entrevistas e diário de bordo, foram armazenados em uma pasta de arquivos no computador pessoal de Wilson Antonio da Silva, pesquisador responsável por essa pesquisa, junto ao Comitê de Ética da UFRPE, residente na Travessa João Batista, nº 70, na cidade de Bom Jardim - Pernambuco, pelo período mínimo de 5 anos.

Além disso, destacamos que os atores sociais tiveram a total liberdade para solicitar seu desligamento da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou constrangimento. A participação na pesquisa foi voluntária e os participantes tiveram o direito de interromper sua participação sem justificativa ou consequências negativas. A transparência, o respeito e a proteção dos direitos dos participantes são fundamentais para garantir a integridade e a qualidade da pesquisa.

Foram esclarecidos aos educandos os riscos e benefícios envolvidos da pesquisa. Os riscos diretos para os participantes incluíram possíveis sensações de cansaço mental,

aborrecimento ao responder questionários, receio relacionado à participação em vídeo-gravações e eventuais alterações emocionais ao evocar memórias. Para minimizar esses riscos, as vídeo-gravações ocorreram apenas em momentos pontuais da intervenção, especialmente durante debates gerados.

Ademais, as gravações não foram compartilhadas eletronicamente e foram registradas apenas no computador do pesquisador principal, garantindo a privacidade e confidencialidade dos dados coletados. No que diz respeito aos benefícios tanto diretos quanto indiretos para os voluntários, foi destacado a oportunidade de participar na construção de perspectivas crítico-humanizadoras. Isso sublinha a capacidade dos educandos para questionar, analisar e refletir sobre o contexto que os envolve, possibilitando um engajamento pleno na cidadania e uma contemplação sobre suas responsabilidades e papel na sociedade.

Além disso, buscamos proporcionar encontros mais criativos e didáticos, rompendo com o formato clássico e tradicional do ensino, oferecendo aos estudantes a chance de atuarem como agentes ativos no processo de ensino-aprendizagem e reflexão crítica sobre a realidade que os cerca. Com isso, buscamos um ambiente mais participativo e estimulante para o desenvolvimento intelectual e social dos educandos.

É importante destacar que a participação na pesquisa foi voluntária, ou seja, os participantes não receberam qualquer pagamento ou cobrança pelo seu envolvimento no estudo. Contudo, ficou garantida a indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme determinado por decisão judicial ou extrajudicial. Adicionalmente, caso fosse necessário, todas as despesas para a participação dos voluntários, incluindo o ressarcimento de transporte e alimentação, seriam assumidas pelo pesquisador. Foi assegurado aos participantes o direito à assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo necessário, em caso de danos decorrentes da pesquisa. Essas medidas foram adotadas para assegurar a proteção dos participantes, a confidencialidade dos dados coletados e o cumprimento de princípios éticos e legais na condução da pesquisa.

Nesta pesquisa, os participantes foram identificados utilizando os seguintes códigos: 1) para os educandos, foram utilizados os códigos Edu-A, Edu-B, Edu-C... Edu-F2, Edu-G6 (buscando contemplar todos os educandos envolvidos); 2) para os membros da comunidade, foram utilizados os códigos Morador-A, Morador-B... Morador-N (buscando abranger todos os membros da comunidade participantes da pesquisa); e 3) o pesquisador foi identificado como "pesquisador" nos momentos de identificação. A partir dessas codificações foi possível preservar a privacidade e anonimato dos participantes.

Portanto, destacamos que todas as fases da pesquisa foram realizadas mantendo-se os devidos cuidados éticos, no que tange à preservação da identidade dos respectivos atores sociais envolvidos, e respeitando-se os preceitos estabelecidos pelas normas vigentes para a pesquisa com seres humanos.

2.3 Percurso Metodológico

O percurso metodológico contemplou três fases articuladas: realização da Investigação Temática; produção de dados; e organização e análise dos dados.

Vale ressaltar que a Investigação temática nesta pesquisa se constituiu como método, uma vez que, Freire (2011) enfatiza a Investigação Temática no contexto do desenvolvimento de abordagens educativas dialógicas e libertadoras, com o propósito de embasar a formulação do conteúdo programático. Nesta perspectiva, Saul (2017) destaca que esse método pode direcionar a realização de pesquisas em diversos campos do conhecimento, contanto que se dediquem à análise de questões socialmente relevantes e que se fundamentem na construção de saberes capazes de contribuir para a resolução das problemáticas encontradas na realidade concreta dos envolvidos, promovendo a humanização e aspectos relacionados a justiça social.

A abordagem metodológica da investigação temática, em harmonia com a filosofia da educação problematizadora delineada por Paulo Freire (1987), viabiliza que os participantes no âmbito educacional se coloquem como protagonistas da sua própria experiência histórica e libertadora, solidarizando-se com outros indivíduos. Isso decorre do fato de que, para Freire, o método não é simplesmente um conjunto de regras e técnicas a serem rigidamente seguidas para alcançar um resultado predeterminado, mas sim um "caminho de andar" que se molda conforme as circunstâncias da jornada, um ato de criação que deve estar em sintonia com uma teoria do conhecimento subjacente. Freire justifica a importância da participação ativa dos indivíduos na pesquisa enfatizando que “quanto mais assumam os homens uma postura ativa na investigação de sua temática, tanto mais aprofundam a sua tomada de consciência em torno da realidade e, explicitando sua temática significativa, se apropriam dela” (FREIRE, 1987, p. 98-99).

Portanto, a abordagem da investigação temática abre a possibilidade de os participantes na pesquisa se engajarem ativamente na luta contra a opressão e na transformação da própria realidade (Saul; Saul, 2017). Diante disso, o método da Investigação Temática constitui-se

como ferramenta de produção de dados, permitindo reunir informações que foram essenciais para as análises realizadas.

2.3.1 Fase 1: Realização da Investigação Temática

A primeira fase metodológica consistiu no desenvolvimento do método da Investigação Temática proposto por Paulo Freire. De acordo com Freire (1987), a Investigação Temática é uma prática metodológica que busca identificar temas significativos oriundos de problemas vivenciados pelos sujeitos de uma determinada comunidade local e escolar.

Importante salientar que a Investigação Temática Freireana (ITF) nos leva a um processo que é constantemente revisado e aprimorado ao longo de todas suas etapas.

As etapas da Investigação Temática são baseadas em uma releitura das obras de Freire (1987; 2001) e Delizoicov (1982), as quais foram: Levantamento preliminar do estudo da realidade; Análise das situações-limite e das codificações; Círculos de Cultura; Redução Temática; Trabalho em sala de aula.

2.3.1.1 Etapa 1: Estudo da realidade

Esta etapa constitui o momento em que se realiza uma avaliação das condições locais (Freire, 1975). Por meio da coleta de informações registradas ou diálogos informais com uma diversidade de indivíduos, podendo incluir (alunos, pais, membros de associações, moradores, entre outros), além de visitas e observações que podem incluir até mesmo instituições públicas, e com a utilização de questionários e entrevistas, visando a obtenção de uma coleta abrangente de dados (Delizoicov, 2008).

Nessa perspectiva, visamos conhecer a realidade para, posteriormente, oferecer intervenções adequadas e direcionadas que contribuam para a melhoria da qualidade de vida da realidade estudada.

A comunidade selecionada situa-se na cidade de Surubim - PE, por ser conhecida pelo pesquisador, autor dessa dissertação, garantindo a viabilidade e execução da pesquisa. Entretanto, na escolha tomamos por base, principalmente, o fato de se tratar de uma região que carece de estudos. Da cidade de Surubim foram escolhidas duas comunidades mais próximas à escola. Essas comunidades são consideradas como áreas com vulnerabilidade social.

Segundo Delizoicov (2008), na etapa do “Estudo da realidade” é necessária a leitura de documentos para obter informações sobre a comunidade local. Nesse sentido, realizamos uma leitura tanto dos documentos oficiais publicados pela Prefeitura de Surubim-PE como dos documentos oficialmente publicados pela escola onde conduzimos a pesquisa. Nesse sentido, realizamos a leitura de documentos divulgados pela Prefeitura de Surubim que constam de dados quantitativos e qualitativos sobre a cidade e os municípios circunvizinhos. A leitura dos documentos proporcionou uma base de informações.

Adicionalmente, foram realizadas leituras do Regimento Escolar e do Projeto Político Pedagógico (PPP) como parte integrante desse processo, visando à compreensão da filosofia da escola.

Foram realizadas entrevistas com doze moradores das duas comunidades com o objetivo de obter informações sobre as situações e experiências vivenciadas, bem como a caracterização dos desafios presentes na comunidade local.

Para a realização das entrevistas como os moradores, os educandos foram divididos em dois grupos e cada grupo ficou responsável por conduzir as entrevistas nas respectivas comunidades. As entrevistas foram agendadas em um horário que não interferisse nas atividades escolares, levando em conta a disponibilidade de todos os envolvidos. Cada grupo se empenhou em coletar as informações necessárias para a pesquisa, garantindo a participação ativa dos moradores das comunidades. Durante essa etapa, os estudantes enfrentaram algumas dificuldades em encontrar pessoas dispostas a serem entrevistadas. Eles gravaram áudios das entrevistas e realizaram anotações detalhadas para garantir a precisão dos dados coletados.

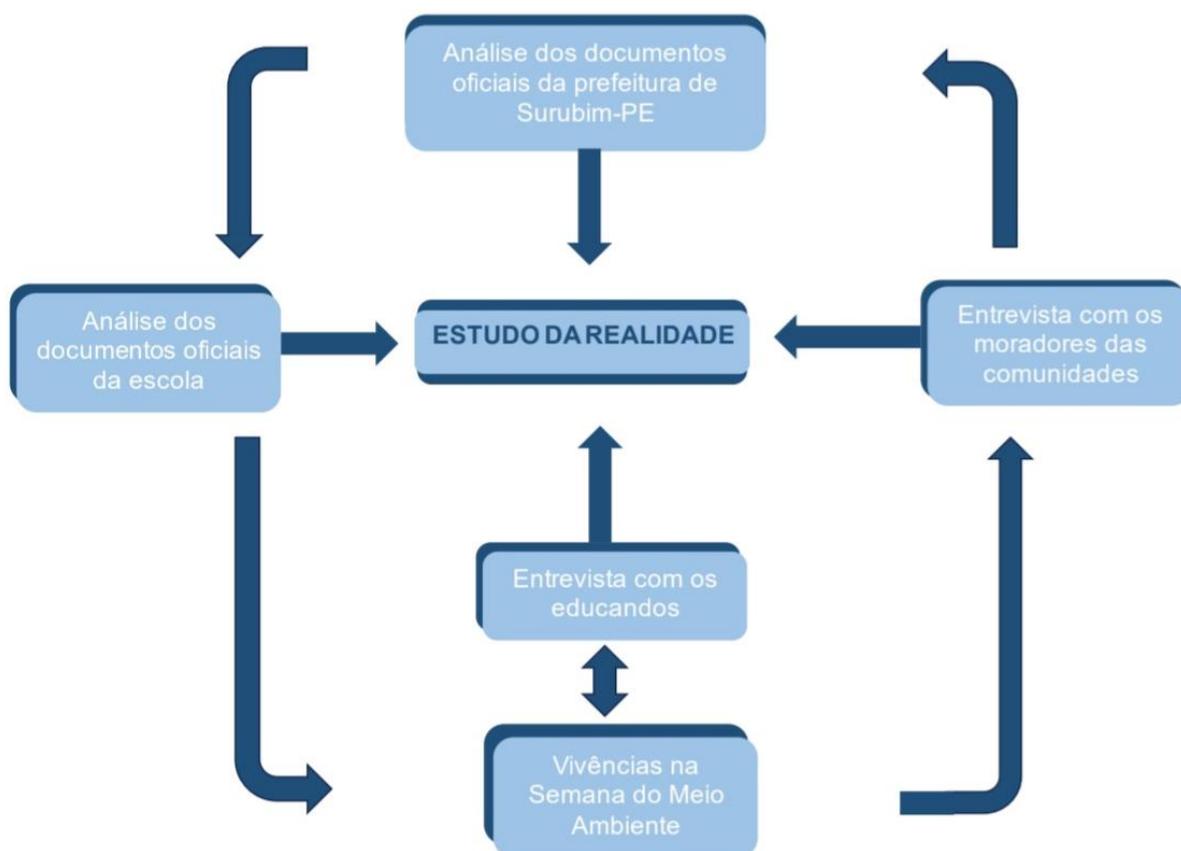
Após a realização das entrevistas, os educandos encaminharam o material ao professor-pesquisador, que assumiu a tarefa de analisar os dados de maneira minuciosa e imparcial, e com base nas perspectivas e narrativas dos moradores sobre o contexto local, o professor-pesquisador conduziu uma análise do conteúdo e promoveu um momento de compartilhamento em sala de aula. O objetivo desse compartilhamento era fomentar a identificação de um tema significativo tanto para os estudantes quanto para a própria comunidade, gerando um ponto de interesse mútuo e relevante.

Nesse processo de socialização, os educandos tiveram a oportunidade de trocar ideias e perspectivas, buscando alcançar um consenso sobre o um tema a ser abordado. A socialização e discussão foram enriquecedoras para todos os envolvidos. Os estudantes se identificaram com as histórias e experiências relatadas pelos moradores nas entrevistas.

Após a socialização, foram colocadas aos estudantes duas questões norteadoras para eles responderem: Quem sou eu? Que lugar é esse onde eu estudo? Em seguida, os estudantes participaram de um momento de socialização sobre suas vivências na Semana do Meio Ambiente da escola. O objetivo dessa atividade foi permitir que os educandos compartilhassem suas experiências e vivências, destacando pontos importantes com base no conhecimento adquirido.

Em síntese, o conjunto de atividades realizadas contribuíram para o estudo da realidade das comunidades e dos estudantes participantes da pesquisa, bem como para as etapas seguintes do processo de Investigação Temática. As atividades desenvolvidas no Estudo da Realidade estão sintetizadas na Figura 3.

Figura 3 - Estudo preliminar da realidade



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Por meio do estudo da realidade na perspectiva dos participantes, o pesquisador pode identificar possíveis situações-limite e problemáticas que inquietam a comunidade.

2.3.1.2 Etapa 2: Análise das situações-limite e das codificações

De acordo com Freire (1987), a segunda etapa da Investigação Temática teve início quando o pesquisador apreendeu, com base nos dados produzidos, o conjunto de contradições ou situações-limite, nas quais os educandos e a comunidade estão inseridos.

Nesse sentido, o passo seguinte consistiu na escolha de algumas das contradições que, por sua vez, balizaram a elaboração das codificações que nortearam à Investigação Temática. Portanto, a codificação consistiu em representações das situações existenciais vivenciadas pelos educandos e moradores das comunidades, apresentando uma dimensão específica da realidade como eles a experimentam. Essa dimensão foi apresentada para análise em um contexto diferente daquele em que é vivida. Dessa forma, a codificação transformou o modo de vida real em um objeto de estudo no contexto teórico, permitindo uma reflexão mais aprofundada sobre a realidade e suas implicações.

As codificações, conforme explicadas por Freire (1976), desempenham um papel fundamental como mediadoras entre o contexto concreto em que os fatos ocorrem e o contexto teórico em que são analisadas. Elas são o objeto de conhecimento sobre o qual tanto o educador-educando quanto os educandos-educador, como sujeitos cognitivos, direcionam sua reflexão crítica. Além disso, desempenham um papel fundamental no processo de pesquisa, permitindo que o conhecimento adquirido a partir do contexto concreto seja contextualizado e discutido no âmbito teórico. Isso possibilita uma compreensão mais ampla e aprofundada das situações vivenciadas pelos sujeitos, enriquecendo a reflexão crítica sobre a realidade em estudo.

As situações trazidas pelos sujeitos foram consideradas para a construção da Rede Temática, que de acordo com Silva (2004), consiste na estruturação dos discursos, funcionando como um esquema preliminar que desempenha a função educacional de criar oportunidades e critérios para a seleção de conhecimentos programáticos interdisciplinares e para a condução de atividades pedagógicas dialógicas. As situações delineadas na Rede Temática forneceram possíveis Temas Geradores, que passaram por uma avaliação detalhada para serem validados na etapa subsequente da Investigação Temática: os Círculos de Cultura.

2.3.1.3 Etapa 3: Círculos de Cultura

Uma vez concluída a elaboração das codificações pelo pesquisador, ocorreu a realização dos Círculos de Cultura e os envolvidos na pesquisa vivenciaram o processo de descodificação. Nestes círculos houve a necessidade de o investigador escutar os educandos em uma atitude ética de acolhimento, rigorosidade e, principalmente, de respeito ao direito de falar do outro com palavras, gestos e atitudes (Freire, 2011a). A partir desta atitude de escuta, ocorreu o processo de descodificação como um exercício do pensar crítico fundamentado no diálogo.

O pensar crítico, na perspectiva freireana, é concebido como pensar certo, pensar verdadeiro ou pensar autêntico. Essa forma de pensar se caracteriza por uma "maneira" ou "atitude" que parte da percepção da realidade como um processo histórico em constante transformação. Nessa concepção, o pensar crítico exige uma abordagem que se direcione para o desvelamento e a compreensão das razões de ser das situações vivenciadas na realidade e das percepções que se tem delas (Freire, 2011c, 2011b).

Portanto, após o processo de elaboração da Rede Temática, foram compartilhadas com os educandos as situações-limite. Em seguida, eles foram direcionados para o processo de descodificação. Buscamos identificar, por meio das falas dos educandos, possíveis aspectos que pudessem favorecer a chegada de um viés transformador capaz de enfrentar desafios postos, ou seja, na emergência do Tema Gerador. Nesse processo de descodificação o Tema Gerador selecionado coletivamente foi o Descarte incorreto do lixo eletrônico.

A escolha do "Descarte incorreto do lixo eletrônico" como Tema Gerador da Investigação Temática se fundamentou em sua relevância tanto a nível local quanto global (Falcon, 2011; Acserald, 2002; Sato; Passos, 2012). A problemática do descarte inadequado de resíduos eletrônicos tem se tornado um desafio crescente nas sociedades contemporâneas devido ao aumento constante no uso de dispositivos eletrônicos e à rápida obsolescência tecnológica. Esta escolha justifica-se pelo fato de que a gestão inadequada desses resíduos pode resultar em impactos ambientais graves, como contaminação do solo e da água, além de riscos à saúde humana devido às substâncias tóxicas presentes nesses dispositivos (Baldé *et al.*, 2015).

2.3.1.4 Etapa 4: Redução Temática

No processo de Redução Temática os conteúdos programáticos essenciais para a compreensão do Tema Gerador foram delineados para o planejamento das atividades pedagógicas (Freire, 1987).

Portanto, nesta pesquisa, a Redução Temática buscou estabelecer uma conexão entre os conteúdos programáticos e a realidade na perspectiva dos moradores e dos educandos, o que poderia contribuir para um ensino de Química contextualizado e relevante para suas vidas.

Visando estabelecer conexões entre o Tema Gerador “Descarte incorreto de lixo eletrônico” e conceitos da disciplina de Química, consideramos o currículo da disciplina de Química, tendo como referência a Proposta Pedagógica Curricular (PPC) da instituição de ensino onde a pesquisa foi realizada, especialmente a grade curricular da 2ª série do ensino médio. Nesse sentido, delineamos o conteúdo de Eletroquímica e alguns de seus conceitos fundamentais: oxidação e redução, número de oxidação, balanceamento de reações de oxirredução, semirreações, potencial de redução, Pilhas eletroquímicas, Pilha de Daniell, Cálculo de Diferença de Potencial (ddp) Eletrólise.

Considerando a articulação com a Educação CTSA, buscamos incorporar conteúdos relacionados às dimensões científica, tecnológica, social e ambiental. Nesse sentido, delineamos conteúdos como lixo eletrônico, energia renovável, bateria recarregável, reciclagem de baterias, lixo eletrônico (e-lixo), metais pesados e descarte adequado. A integração do conceito da Eletroquímica com os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais possibilitou aos educandos compreender como a dimensão científica está intrinsecamente ligada a outros contextos.

A ideia do delineamento desse conjunto de conceitos e conteúdos foi a de que os educandos compreendessem a problemática do lixo eletrônico de maneira mais abrangente, estimulando-os a se tornarem agentes críticos e transformadores de suas realidades, em especial, diante dos aspectos ambientais, e a entenderem as interações entre, por exemplo, a produção de tecnologia, o meio ambiente e os impactos sociais, estimulando a reflexão e a busca por soluções mais sustentáveis e responsáveis para o descarte de lixo eletrônico.

2.3.1.5 Etapa 5: Trabalho em sala de aula

Nesta etapa, buscamos organizar os conteúdos elencados na etapa da Redução Temática para serem abordados na sala de aula. Para isso elaboramos uma sequência didática fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) propostos por Delizoicov (1991), os quais são: Problematização inicial (PI); Organização do conhecimento (OC); Aplicação do conhecimento (AC).

Delizoicov (1983) enfatiza que a abordagem educacional problematizadora e dialógica, baseada nos princípios de Freire (2017), desenvolvida por meio dos 3MP, considera o educando como alguém que possui conhecimentos significativos, que podem ser integrados e articulados aos conteúdos programáticos abordados pelo professor. Nesse sentido, no processo de Problematização, abre-se um espaço para que os educandos questionem, critiquem e reflitam sobre o mundo ao seu redor. Dessa forma, é proporcionada a oportunidade de discussão e de reflexão no contexto escolar sobre situações presentes no cotidiano.

Segundo Guimarães e Giordan (2011), a Sequência Didática (SD) é um agente de problematização dos conhecimentos científicos que considera o contexto social da escola e do estudante, constituindo-se assim em um instrumento cultural de mediação no processo de ensino-aprendizagem. A SD foi estruturada a partir dos 3MP: Problematização Inicial (PI); Organização do Conhecimento (OC); Aplicação do Conhecimento (AC).

2.3.1.5.1 Problematização Inicial (PI)

De acordo com Muenchen e Delizoicov (2014), o primeiro momento, denominado de Problematização Inicial, ocorre quando:

Apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os estudantes são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém (Muenchen; Delizoicov, 2014, p. 620).

No primeiro momento pedagógico, foi apresentada aos educandos uma situação-problema relacionada ao Tema Gerador “O Descarte incorreto de lixo eletrônico”, o objetivo foi analisar o conhecimento prévio dos educandos, através da exploração de questões problematizadoras que estimulassem sua reflexão, questões foram alinhadas aos conceitos e conteúdos selecionados na etapa de Redução Temática.

Quadro 8 - Situação problema 1 da etapa da PI

Problematização 1 (P1)
Imagine que você é um estudante consciente sobre a importância da preservação do meio ambiente e está preocupado com o descarte incorreto do lixo eletrônico em sua comunidade. Você observou que muitos moradores descartam computadores, celulares, tablets e outros dispositivos eletrônicos no lixo comum, sem

considerar os danos ambientais e de saúde causados pelo descarte inadequado desses materiais.

Diante dessa situação, você decide propor uma ação educativa para conscientizar a população sobre a importância do descarte correto do lixo eletrônico.

Com base nessa situação, responda às questões problematizadoras:

1. Quais são os principais impactos ambientais e de saúde causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico?
2. Quais são as possíveis soluções tecnológicas para o correto descarte e reciclagem dos resíduos eletrônicos?
3. Como você poderia envolver a sociedade, incluindo estudantes, professores, pais e outros membros da comunidade, nessa campanha de conscientização?
4. Como a eletroquímica está relacionada ao descarte inadequado de lixo eletrônico?
5. Quais são os componentes eletrônicos presentes nos dispositivos eletrônicos que podem causar impacto ambiental quando descartados incorretamente?

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Em seguida, foi exibido o vídeo intitulado “Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros” (disponível em: <http://bit.ly/46yJHjc>), que enfatiza a importância de sensibilizar as pessoas sobre os impactos ambientais provocados por esses resíduos e a necessidade de adotar práticas adequadas de descarte, direcionando-os para pontos de coleta específicos, como postos de reciclagem, lojas ou campanhas de recolhimento.

Após a exibição do vídeo, os educandos foram questionados por meio de questões orientadoras sobre o conteúdo do vídeo apresentado. Além disso, foram compartilhadas duas reportagens com os educandos, visando aprofundar a compreensão e familiarização com o Tema Gerador. A primeira reportagem, intitulada "Recicladora de Recife fatura R\$ 80 mil com coleta de lixo eletrônico", e a segunda reportagem, "No Dia Internacional do Lixo Eletrônico, empresas conscientizam para o descarte correto", foram apresentadas com o propósito de contextualizar o tema e fornecer uma base informativa para discussões subsequentes.

Dando continuidade ao momento da PI, foi proposta aos educandos, organizados em cinco grupos, uma atividade que consistiu na realização de entrevistas (APÊNCIDE E) com membros da comunidade. Eles receberam as orientações necessárias para a condução das entrevistas. O objetivo dessa atividade foi o de compreender a concepção dos entrevistados sobre o lixo eletrônico. É relevante destacar que a socialização das entrevistas conduzidas pelos educandos ocorreu somente no terceiro momento pedagógico da SD – Aplicação do Conhecimento (AC), visando assegurar uma socialização com maior apropriação pelos estudantes.

Portanto, as entrevistas foram conduzidas como uma forma de investigação e coleta de informações, permitindo que os educandos adquirissem uma visão mais abrangente das concepções e conhecimentos dos entrevistados sobre o tema em questão.

2.3.1.5.2 Organização do conhecimento (OC)

No segundo momento pedagógico, relativo à Organização do Conhecimento, foram trabalhados os conteúdos programáticos necessários para a solução das questões relativas ao descarte inadequado do lixo eletrônico levantados na Problematização Inicial (PI). Para isso foi realizado o estudo sistemático dos conteúdos com os educandos. Para desenvolver esse momento pedagógico, o professor é aconselhado a utilizar diversas metodologias de ensino, tais como: estudo em grupo, atividades experimentais, seminários, visitas, excursões, etc. (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2009).

Foram abordados conteúdos específicos de Eletroquímica, abrangendo conceitos como oxidação e redução, número de oxidação, balanceamento de reações de oxirredução, semirreações, potencial de redução, Pilhas eletroquímicas, Pilha de Daniell, Cálculo de Diferença de Potencial (ddp) Eletrólise, e aspectos articulados às dimensões tecnológica, social e ambiental, tais como lixo eletrônico, energia renovável, bateria recarregável, reciclagem de baterias, lixo eletrônico (e-lixo), metais pesados e descarte adequado. Portanto, buscamos explorar relações CTSA na abordagem dos conteúdos e conceitos relacionados.

Nesse segundo momento pedagógico, foram empregados diversos recursos didáticos, tais como reportagens, artigos científicos, situações-problema, vídeos, atividades experimentais, softwares e questões de avaliações externas, incluindo o ENEM e o SSA. Essa abordagem diversificada de recursos didáticos buscou possibilitar compreensão dos conteúdos e conceitos pelos educandos e proporcionar uma visão mais abrangente sobre as questões ambientais e sociais relacionadas ao Tema Gerador “O descarte inadequado do lixo eletrônico”.

Na Organização do Conhecimento (OC) buscamos abordar as tipologias de conteúdos propostas por Zaballa (1998), as quais estão sistematizadas no quadro 9.

Quadro 9 - Tipo de conteúdo explorado

<p>Factuais – aqueles que dizem respeito ao conhecimento dos fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos, informações que não podem ser mudados e precisam ser memorizados.</p>
--

Conceituais – aqueles que se referem a conceitos, fatos, objetivos ou símbolos, propriamente ditos, com características comuns, que descrevem relações de causa, efeito ou de correlação.
Procedimentais – são aqueles que relacionam as ações para alcançar um objetivo, envolve um prender a fazer, envolvendo regras, técnicas, métodos, estratégias e habilidades.
Atitudinais – são aquelas que relacionam valores, tomada de decisão e reflexão sobre o estudado

Fonte: Adaptado de Zaballa (1998)

Nesse momento pedagógico, os educandos participaram de uma atividade com uma charge da Turma da Mônica. Era esperado que essa atividade lúdica contribuísse para envolver os estudantes de forma descontraída, despertando interesse e curiosidade (Piccinini, 2005). Em seguida, os educandos foram organizados em grupos para responder a situação-problema apresentada na Problematização Inicial.

Posteriormente, os estudantes participaram de uma atividade experimental, visando estabelecer uma conexão com os conceitos da Eletroquímica. A atividade consistiu em acionar uma calculadora usando pilhas de limões e/ou batatas inglesas, com o propósito de evidenciar que essas substâncias têm a capacidade de gerar energia. De acordo com Zuin (2017), a experimentação desenvolvida nos laboratórios de ensino tem papel fundamental para a construção do conhecimento científico e suas implicações ambientais.

Segundo Domin (2009) a abordagem experimental proporciona uma aprendizagem mais eficaz e melhora a atitude dos alunos em relação à pesquisa científica. Além disso, ela permite que os estudantes relacionem conceitos teóricos com dados empíricos, ao requerer por exemplo, que eles formulem o problema, prevejam resultados e tirem suas próprias conclusões, identifiquem procedimentos e conduzam a investigação (Domin, 2009).

Além disso, os educandos utilizaram o software OLABS para realizar uma atividade experimental por meio de um laboratório virtual. A atividade, intitulada "Determinação de EMF de uma Célula", teve como objetivo estudar a mudança no potencial celular da célula $Zn | Zn^{2+} || Cu^{2+} | Cu$, ao variar a concentração dos eletrólitos ($CuSO_4$ e $ZnSO_4$) em condições de temperatura ambiente.

Por fim, após a realização da atividade experimental e do uso do software OLABS, os estudantes responderam a uma lista de exercícios (APÊNDICE F). A lista de exercícios sobre Eletroquímica foi utilizada incorporando os conceitos discutidos até o momento. Desse modo, buscou-se abordar questões que tratam da interseção entre a Eletroquímica e aspectos ambientais. O objetivo foi evidenciar como conceitos da Eletroquímica são abordados em avaliações externas, em particular no ENEM e no SSA.

2.3.1.5.3 Aplicação do Conhecimento (AC)

No terceiro momento pedagógico, a Aplicação do Conhecimento, houve a retomada da situação-problema apresentada na Problematização Inicial, conforme é orientado por Muenchen e Delizoicov (2014):

Momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (Muenchen; Delizoicov, 2014, p. 620).

Nessa perspectiva, inicialmente, houve a socialização das entrevistas realizadas pelos educandos com membros da comunidade local e escolar. Após a socialização, os estudantes participaram de uma dinâmica empregando a metodologia de rotação por estação.

De acordo com Bacich e Moran (2015), na metodologia de rotação por estação, os estudantes são agrupados e cada um desses grupos executa uma tarefa de acordo com os objetivos estabelecidos pelo professor. As tarefas propostas em cada estação podem variar em formatos e desafios, abrangendo desde resolução de problemas, leituras e discussões até exercícios práticos, montagem de experimentos ou atividades que envolvam recursos tecnológicos. Ao fragmentar a sala de aula em diferentes estações de atividades, essa abordagem oferece aos alunos a oportunidade de abordar conceitos a partir de várias perspectivas distintas, permitindo uma compreensão mais abrangente dos temas em estudo (Bacich; Moran, 2015).

O objetivo dessa atividade foi proporcionar uma experiência dinâmica e abrangente, permitindo que os educandos explorassem diferentes aspectos do tema lixo eletrônico e ampliassem suas compreensões sobre ele.

Foram desenvolvidas diferentes estações, cada uma abordando um aspecto específico relacionado ao lixo eletrônico e foi conduzida pelo professor pesquisador, conforme quadro 10.

Quadro 10 – Etapas da Rotação por Estação

Estações	Tema de discussão
Estação 1	Consequências ambientais e para a saúde
Estação 2	Reciclagem e reaproveitamento
Estação 3	Legislação e responsabilidade socioambiental

Estação 4	Mobilização e conscientização da comunidade
-----------	---

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Após a dinâmica da metodologia de rotação por estação, os estudantes construíram um infográfico com o objetivo de sistematizar pontos relevantes para a compreensão do descarte correto do lixo eletrônico para os membros da comunidade local e escolar. Esse infográfico foi pensado de forma atrativa e informativa, para conscientizar as pessoas sobre a importância de lidar adequadamente com o lixo eletrônico.

Em seguida, os estudantes participaram de um Quiz utilizando a plataforma Kahoot. Esse momento teve como finalidade a revisão dos conceitos da Eletroquímica associados aos aspectos ambientais e a conscientização sobre o lixo eletrônico. Por fim, a última atividade do terceiro momento pedagógico foi uma roda de conversa, com o intuito de proporcionar aos educandos um espaço para expressarem seus sentimentos, reflexões, emoções e aprendizados ao longo de todo o processo desenvolvido.

Vale ressaltar que o desenvolvimento das etapas da Investigação temática ocorreu durante cinco semanas, com três aulas semanais computando um total de quinze aulas, sendo uma aula de 50 minutos nas terças-feiras e duas aulas de 50 minutos cada nas sextas-feiras. Essa logística foi mantida ao longo das quinze aulas utilizadas para a realização desta pesquisa.

No quadro 11, sintetizamos as atividades realizadas no processo da Investigação Temática.

Quadro 11 - Síntese das etapas da Investigação Temática.

1ª etapa: Levantamento preliminar do estudo da realidade	
Objetivos	- Realizar um levantamento preliminar da realidade vivenciada pelos estudantes e pela comunidade local, por meio de conversas informais, fontes documentais, entrevistas, a fim de compreender o contexto social, histórico, econômico e cultural em que estão inseridos
Atividades realizadas	- Leitura de documentos que norteiam a comunidade local e escolar; - Aplicação de entrevista pelos estudantes com a comunidade a partir da seguinte questão norteadora: "Quais foram as principais mudanças positivas e negativas ocorridas nos últimos tempos em sua comunidade?" - Socialização e discussão sobre os resultados das entrevistas com os moradores - Aplicação de duas questões norteadoras com os estudantes: "Quem sou eu?" e "Que lugar é esse onde eu estudo?" - Socialização e discussão sobre a participação dos educandos na Semana do Meio Ambiente da escola.
2ª etapa - Análise das situações e das codificações	
Objetivo	Aprofundar a compreensão das informações coletadas durante o levantamento preliminar da realidade, por meio da análise minuciosa das situações vivenciadas pelos sujeitos e das codificações obtidas.
Atividade realizada	Selecionar e identificar as contradições presentes nas codificações (situações-limite) oriundas das entrevistas realizadas com a comunidade local e os educandos.

3ª etapa: Círculo de Cultura	
Objetivo	Promover um espaço de diálogo e reflexão participativa entre os educandos e o pesquisador, com foco no aprofundamento e delineamento do tema gerador
Atividade realizada	- Momento de socialização para o processo de descodificação com base nas situações-limite - Divisão de grupos para as possíveis pesquisa/ socialização com base na rede temática; - Elaboração de nuvem de palavras; - Escolha do tema gerador;
4ª etapa: Redução Temática	
Objetivo	Selecionar os conteúdos programáticos (conceitos, teorias e informações) que são relevantes para a abordagem do tema gerador.
Atividade realizada	Identificar os conceitos para melhor desenvolvimento/ aprofundamento do tema gerador, articulando-os ao desenvolvimento da sequência didática.
5ª etapa: Trabalho em sala de aula	
Objetivo	Organizar os conceitos norteadores elencados na fase da redução temática, visando alcançar possíveis soluções e aprofundar a compreensão em torno do tema gerador identificado.
Atividade realizada	Elaboração de uma sequência didática fundamentada nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov (1991), que consistem em: problematização inicial (PI), organização do conhecimento (OC) e aplicação do conhecimento (AC).
Problematização Inicial (PI):	
Objetivo	Discutir sobre a temática lixo eletrônico com foco nas pilhas e baterias e as relações entre o descarte, o meio ambiente e a sociedade. Identificar como as pessoas entrevistadas descartam pilhas e baterias que são utilizadas em seu cotidiano
Atividades realizadas	- Aplicação de situação problema; - Exibição e discussão de vídeos; - Aplicação de questões problematizadoras; - Interpretação de charges; - Leitura de reportagens; - Realização de entrevistas (trabalho em grupo).
Organização do conhecimento (OC):	
Objetivo	Realizar um estudo sistemático do conteúdo por meio do desenvolvimento de conceitos, definições e relações entre os conhecimentos abordados.
Atividades realizadas	- Aula expositiva dialogada para explicação dos princípios científicos do conceito da eletroquímica e sua relação com os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. - Desenvolvimento de atividade experimental - “Montando uma pilha”. - Aplicação de questões problematizadoras durante o desenvolvimento da atividade experimental. - Utilização de Software, para melhor compreensão da dimensão teórico-prático. - Aplicação da lista de exercícios com foco nas questões do ENEM e do SSA.
Aplicação do Conhecimento (AC):	
Objetivo	Abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelos estudantes, habilitando-os a analisar e interpretar tanto as situações iniciais que motivaram o estudo quanto outras situações que, mesmo não estando diretamente vinculadas ao momento inicial, podem ser compreendidas e analisadas com base no conhecimento adquirido.
Atividades realizadas	- Retomada a entrevista realizada pelos educandos; - Aplicação de questões problematizadoras; - Desenvolvimento de uma dinâmica articulada a metodologia da Rotação por Estação; - Elaboração de infográfico; - Partilha das informações com a comunidade; - Aplicação de questões norteadoras com a utilização do Kahoot; - Momento de socialização buscando compreender toda trajetória/ evolução durante as etapas da pesquisa.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A Investigação Temática, inspirada nas ideias de Freire, estabeleceu uma relação de confiança e diálogo entre os educandos, a comunidade e o pesquisador ao longo de todo processo.

2.3.2 Fase 2: Produção de dados

A produção dos dados desta pesquisa consistiu do desenvolvimento da Investigação Temática, bem como da utilização de instrumentos que dela fizeram parte. Nesse sentido, as entrevistas semiestruturadas (APÊNDICE E), gravação em vídeo, questão propostas aos estudantes e diário de bordo para o registro das observações foram instrumentos de produção de dados.

A entrevista semiestruturada permitiu adaptações conforme a fala do entrevistado e do entrevistador. Esse tipo de entrevista não só permite a descrição de fenômenos sociais, mas possibilita a explicação e compreensão em sua totalidade, tornando a presença do pesquisador essencial no processo de coleta das informações (Triviños, 1987).

Outro instrumento que utilizamos para a produção de dados foi a gravação em vídeo, que possibilitou um acompanhamento e uma descrição mais detalhada ao longo do desenvolvimento da SD. As gravações em vídeo foram realizadas com o intuito de registrar os momentos significativos das interações entre o pesquisador e os educandos durante as atividades (Meira, 1994).

O diário de bordo, conforme apontado por Dias *et al.* (2013), é considerado um instrumento de reflexão para o professor, por meio dele o docente pode transformar as observações em registros documentados a partir das atividades desenvolvidas em sala de aula ou em outros ambientes educativos.

2.3.3 Fase 3: Organização e análise do *corpus*

Os dados produzidos nesta pesquisa foram analisados a partir da Análise Textual Discursiva (ATD), que é um processo de construção auto-organizado, que conduz a novas compreensões (Moraes; Galiuzzi, 2011).

Nas análises a partir da ATD consideramos suas três etapas essenciais: unitarização, categorização e metatexto (Moraes; Galiuzzi, 2011).

A unitarização corresponde à identificação e delimitação das unidades de significado presentes nos dados produzidos. De acordo com Moraes e Galiuzzi (2006), as unidades de significado guiam a formação de um conjunto articulado de unidades, permitindo a interlocução empírica e teórica e a interpretação do pesquisador. Esse conjunto de unidades de significado propicia a desconstrução dos textos que compõem o *corpus*, por meio de fragmentações, possibilitando a obtenção das unidades de análise.

A categorização corresponde a unidade de sentido de acordo com Moraes e Galiuzzi (2006), são estabelecidas relações entre as unidades de análise, combinando-as e classificando-as de maneira que unidades de sentido semelhantes sejam agrupadas na mesma categoria (Moraes; Galiuzzi, 2011). As categorias consideradas nesta pesquisa foram emergentes, ou seja, foram identificadas durante o processo de análise das falas dos educandos e dos moradores da comunidade, bem como das inquietações/problemáticas abordadas em sala de aula.

O metatexto/comunicação diz respeito à captação do novo emergente (Moraes; Galiuzzi, 2011). Para explicar a nova compreensão resultante da combinação dos elementos construídos ao longo dos processos anteriores, é produzido o metatexto, logo o metatexto se constitui por meio de auto-organização, apresentando o resultado final de forma criativa e original (Moraes; Galiuzzi, 2011).

O metatexto representa o produto final da análise, onde as categorias, as conexões e as descobertas emergentes são comunicadas de maneira coesa e contextualizada. Nessa etapa, os pesquisadores têm a oportunidade de interpretar e sintetizar os resultados.

Para as análises das questões problematizadoras, as respostas dos educandos foram classificadas em diferentes categorias, seguindo uma abordagem semelhante a utilizada por Lacerda (2008) e Silva (2019). Cada resposta foi enquadrada em uma das seguintes categorias: resposta satisfatória (RS), resposta pouco satisfatória (RPS), resposta satisfatória alternativa (RSA), resposta pouco satisfatória alternativa (RPSA), resposta insatisfatória (RI) e não respondeu (NR), segundo quadro 12.

Quadro 12 - Parâmetros de análise das respostas dos educandos as questões problematizadoras

Categoria	Critério de Enquadramento
RS	A apropriação adequada de conhecimentos científicos e Química para responder às questões propostas.
RPS	Utilização de conhecimentos parciais sobre a temática, demonstrando um entendimento do assunto abordado, embora com limitações ou aspectos incompletos.

RSA ou RPSA	Cr�terios supracitados somados ao uso de recursos n�o-textuais como ilustra�es, esquemas e equa�es.
RI	Inser�o de conte�dos paralelos que n�o est�o alinhados com a proposta inicial.
NR	N�o preencher a lacuna designada no question�rio.

Fonte: adaptado, Oliveira (2020).

O sufixo "A" foi adicionado ao critério de avalia o quando há um elemento artístico/alternativo (elementos não-verbais) que contribua para o entendimento do raciocínio químico proposto.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentamos neste capítulo os resultados obtidos na pesquisa. Nesse sentido, as análises foram realizadas no âmbito da discussão das cinco etapas da Investigação Temática que nortearam o nosso estudo: O Estudo da Realidade; As Situações-Limite; O Círculo de Cultura; A Redução Temática; O Trabalho em sala de aula, bem como posteriormente ao processo da Investigação Temática desenvolvido na perspectiva de atender ao objetivo geral proposto nesta pesquisa.

3.1 O Estudo da Realidade

A etapa do Estudo da Realidade teve como objetivo realizar um levantamento da realidade vivenciada pelos estudantes e pelas comunidades próximas à escola. Esse levantamento ocorreu a partir de leitura de documentos oficiais disponibilizados pela prefeitura da cidade e pela escola e da realização de entrevistas com doze moradores das respectivas comunidades e com estudantes. Nesse sentido, buscamos compreender o contexto em que os participantes da pesquisa estão inseridos.

As entrevistas com os moradores das comunidades foram conduzidas pelos estudantes a partir da pergunta norteadora: Quais foram as principais mudanças positivas e negativas ocorridas nos últimos tempos em sua comunidade?

É importante salientar que tanto a pergunta norteadora quanto o roteiro para as entrevistas foram elaborados em sala de aula com a participação dos estudantes. Esse envolvimento dos estudantes contribuiu para que eles se tornassem protagonistas na coleta de informações sobre a comunidade. Essa experiência possibilitou aos estudantes vivenciarem na prática o processo de pesquisa e coleta de dados, promovendo o desenvolvimento de habilidades de investigação, comunicação e trabalho em equipe. Além disso, a participação ativa dos estudantes na condução das entrevistas fortaleceu a relação entre a escola e as comunidades locais, estimulando o engajamento deles com as realidades e desafios do entorno em que vivem.

Portanto, por meio das entrevistas, o diálogo entre os entrevistados e os estudantes permitiu uma troca de saberes e experiências, enriquecendo a compreensão sobre a realidade local e fortalecendo os laços entre a escola e a comunidade.

As respostas dos moradores à entrevista estão transcritas no quadro 13.

Quadro 13 – Respostas dos moradores da comunidade à entrevista

Questão norteadora – Entrevista com os Moradores
<p>Questão norteadora: Quais foram as principais mudanças positivas e negativas ocorridas nos últimos tempos em sua comunidade?</p>
<p>Morador-A: <i>“Eu sou agricultora e já tenho 52 anos. Bem, uma mudança positiva que eu destaco é a construção de um novo parque no bairro. Agora temos um espaço adequado para as crianças brincarem e para os moradores se exercitarem. Isso trouxe mais qualidade de vida para todos nós. Por outro lado, uma mudança negativa foi o aumento do uso de drogas, pois, vejo muitos jovens na praça se drogando”.</i></p>
<p>Morador-B: <i>“Olá! Fico feliz em contribuir, tenho 34 anos e sou professora. Uma mudança positiva foi a construção de uma creche comunitária, que proporcionou um local seguro para as crianças enquanto seus pais trabalham. No entanto, uma mudança negativa foi a falta de manutenção nas vias públicas, resultando em ruas esburacadas e falta de iluminação, o que aumentou os problemas de segurança”.</i></p>
<p>Morador-C: <i>“Posso compartilhar um pouco do meu ponto de vista, trabalho na área da saúde e já tenho 26 anos de experiências, hoje tenho 49 anos. E uma mudança, que eu observei foi a instalação de um posto de saúde, facilitando o acesso aos cuidados médicos básicos. Por outro lado, uma mudança negativa foi o fechamento de algumas pequenas empresas locais, resultando em perda de empregos para os moradores, falando sobre desemprego, hoje meu primo trabalha com reciclagem, consegue trazer seu pão de cada dia”.</i></p>
<p>Morador-D: <i>“Sou agricultor, tenho 67 anos e já sou aposentado. Um ponto positivo que a prefeitura investiu foi na construção de um posto de saúde aqui perto. Antes, eu tinha que depender de transporte pra poder pegar um medicamento, hoje consigo ir caminhando”.</i></p>
<p>Morador-E: <i>“Tenho 27 anos, sou estudando no curso de Ciências Biológicas. Uma mudança positiva foi na implementação de novos carros, que fazem a coleta do lixo, hoje já vejo uma maior organização, não por parte da comunidade, porém da prefeitura. No entanto, uma mudança negativa foi o aumento dos preços dos alimentos, dificultando o acesso à comida para muitas famílias. No então, acharia relevante um projeto de coleta seletiva de lixo, que melhorasse na limpeza e ajudasse na conscientizar sobre a importância da reciclagem”.</i></p>
<p>Morador-F: <i>“Olá, espero contribuir na pesquisa de vocês, sou advogado e tenho 37 anos. Não consigo enxergar pontos positivos aqui na comunidade, ultimamente vejo muitas violências, e até mesmo a falta de segurança pública. Se vocês olharem ao redor dessa sua, quando vocês forem caminhando, vocês vão perceber a falta de manutenção nas ruas. Os buracos estão cada vez maiores, dificultando a locomoção e causando danos aos veículos. Isso acaba impactando no dia a dia de todos nós. Outro ponto é o aumento do descarte de lixo, o caminhão passa duas vezes na semana, mesmo assim, é muita gente jogando lixo pela rua, aqui mesmo, ao lado de casa começaram a jogar lixo, até geladeira eu encontrei esses dias. Eu acho que a falta de pontos de coleta específicos para o descarte de eletrônicos é um problema. Muitas vezes, as pessoas não sabem onde deixar seus dispositivos antigos e acabam descartando-os de forma incorreta”.</i></p>
<p>Morador-G: <i>“Espero contribuir no projeto de vocês, sou coordenador da pastoral da juventude, e uma mudança positiva que observei foi o surgimento de hortas comunitárias, que foi ideia inicial do grupo jovem, que em seguida, teve a parceria da prefeitura, onde os moradores podem cultivar alimentos orgânicos e promover a sustentabilidade alimentar. Por outro lado, uma mudança negativa foi o aumento da poluição dos rios locais devido ao despejo de resíduos industriais sem tratamento adequado, aqui perto tem uma lavanderia de roupa e provavelmente acaba gerando contaminações”.</i></p>
<p>Morador-H: <i>“Eu tenho 28 anos, não trabalho, estava trabalhando mais sai do trabalho, não tenho nenhuma formação, só o ensino médio. E trabalhava em uma oficina de carro. Eu acho que a falta de infraestrutura adequada para o gerenciamento do lixo é um problema. Em alguns bairros, não há coleta regular de lixo, o que acaba levando as pessoas a buscar alternativas inadequadas de descarte, por exemplo, com o avanço tecnológico, as pessoas estão trocando seus dispositivos com mais frequência, o que contribui para um maior descarte e acúmulo de lixo eletrônico”.</i></p>

Morador-I: “Tenho 41 anos, sou microempreendedor, trabalho com roupas. Observei o aumento da poluição, especialmente do ar e da água. O crescimento urbano desordenado e a falta de políticas efetivas de proteção ambiental têm impactado negativamente o meio ambiente em nossa comunidade. Eu acho que a conscientização sobre a importância da educação ambiental nas escolas tem melhorado. Agora vemos mais iniciativas dos professores em discutir aspectos da educação ambiental, possibilitando o envolvimento dos estudantes em projetos de sustentabilidade. Vejo isso, na minha empresa, temos muito cuidado com o meio ambiente, lá temos fiscalização ambiental, já que é uma fábrica de jeans, vejo algumas outras empresas que não se preocupam”.

Morador-J: “Sou auxiliar de serviços gerais, tenho 36 anos e uma mudança positiva foi a conscientização sobre a importância da conservação das áreas verdes. Além disso, um dos problemas que tenho percebido é a falta de conscientização sobre os perigos do descarte inadequado de lixo eletrônico, que muitos acabam jogando nessa área verde. Muitas pessoas ainda não sabem que esses dispositivos contêm substâncias tóxicas que podem prejudicar o meio ambiente e a saúde humana”.

Morador-K: “Sou morador dessa comunidade a mais de 30 anos, hoje sou aposentado, já tenho meus 62 anos. E uma mudança positiva foi no asfaltamento das ruas. Porém, observei o aumento na quantidade de lixo. Com o avanço tecnológico, as pessoas estão trocando seus aparelhos eletrônicos muito rápido, isso pode contribuir para um maior descarte e acúmulo de lixo. Eu até hoje me pergunto, pra onde vai esses lixos eletrônicos?”

Morador-L: “Eu tenho 23 anos, sou estudante do curso de sistema de informação. É importante mencionar a falta de acesso à tecnologia e aos dispositivos eletrônicos, aqui mesmo na comunidade, pois vejo que poucos utilizam as ferramentas tecnológicas ao seu favor. Isso pode criar uma disparidade digital, onde algumas pessoas são deixadas para trás no acesso à informação e oportunidades. Outra preocupação, está relacionada ao lixo eletrônico, que com o avanço da tecnologia teve um aumento, muitas vezes, esses equipamentos são deixados em terrenos baldios ou simplesmente jogados na rua, causando poluição visual e ambiental, não sei se vocês perceberam, mais aqui próximo tem um terreno que lá tem alguns lixo eletrônico, que até hoje, não vi ninguém retirar, acho que já faz uns três meses que está lá”.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Por meio das entrevistas realizadas, foram obtidas informações sobre desafios e potencialidades que contribuíssem a compreensão da realidade na perspectiva dos moradores entrevistados. Posteriormente, essas informações foram socializadas e discutidas entre o professor pesquisador e os educandos. Segundo relatos dos estudantes, o momento da entrevista propiciou um diálogo aberto com os moradores da comunidade, criando um ambiente em que eles se sentiram à vontade para expressar seus sentimentos, opiniões, questões e necessidades específicas.

A partir das discussões entre o professor pesquisador e estudantes sobre os resultados da entrevista, eles identificaram cinco aspectos observados nas falas dos moradores. Foram eles: 1. Identificação dos entrevistados: o nome, idade, profissão e tempo de residência na localidade permitiram, em conjunto, contextualizar as respostas e compreender as diferentes perspectivas. 2. Motivações para residir na região: razões que levaram os moradores a escolherem viver naquela localidade considerando atrativos da área, como qualidade de vida, serviços disponíveis, proximidade com familiares, entre outros. 3. Questões ambientais: questões ambientais relevantes para a comunidade, como preservação de áreas verdes, tratamento de resíduos, políticas de reciclagem, poluição sonora ou visual. 4. Desafios e

problemas enfrentados: principais desafios e problemas enfrentados pelos moradores da região, como segurança, falta de emprego, deficiências nos serviços públicos, entre outros aspectos que afetam a qualidade de vida dos residentes. 5. Perspectivas para o futuro: expectativas, desejos dos moradores, aspirações da comunidade, suas necessidades de desenvolvimento e ideias para a melhoria da região.

Buscando identificar temas de interesse dos moradores das comunidades envolvidas na pesquisa, por meio das entrevistas realizadas com eles, sendo este um dos aspectos do primeiro objetivo específico proposto nesta pesquisa, destacamos as seguintes temáticas: qualidade de vida (Morador-D), problemas sociais com drogas (Morador-A) e com segurança (Morador-B), desemprego (Morador-C); sustentabilidade (Morador-I) e conscientização, reciclagem (Morador-E); gestão adequada do lixo (Morador-F), acúmulo de resíduos eletrônicos e lixo eletrônico (Morador-H, Morador-J, Morador-K, Morador-L) e poluição ambiental (Morador-G).

Após o momento de socialização e discussão sobre o resultado das entrevistas realizadas com os moradores, foi realizado um momento de inquietação e reflexão com os educandos, a partir das seguintes questões norteadoras: "*Quem sou eu?*" e "*Que lugar é esse onde eu estudo?*". É importante ressaltar que esse momento ocorreu em sala de aula, proporcionando um ambiente acolhedor e encorajador para que os estudantes se posicionassem.

Durante essa atividade, os estudantes foram incentivados a refletir sobre sua identidade individual e coletiva, buscando compreender como suas características, experiências e valores se relacionam com a comunidade em que vivem e com o ambiente escolar em que estão inseridos.

No quadro 14 apresentamos as respostas dos educandos para as questões norteadoras.

Quadro 14 – Respostas dos educandos para as questões norteadoras.

Questão norteadora: “Quem sou eu?” e “Que lugar é esse onde eu estudo?”
Edu-A: “ <i>Bem, sou uma pessoa determinada e curiosa, sempre em busca de aprendizado. Em relação ao lugar onde estudo, vejo a escola como um espaço de oportunidades, onde posso desenvolver minhas habilidades e conhecimentos para construir um futuro melhor</i> ”.
Edu-B: “ <i>Sou uma pessoa que valoriza a solidariedade e a igualdade. Quanto ao lugar onde estudo, vejo-o como uma comunidade de aprendizagem, onde posso me conectar com outras pessoas e ampliar minha compreensão do mundo ao meu redor</i> ”.
Edu-C: “ <i>Sou alguém criativo e sonhador. O lugar onde estudo é uma fonte de inspiração para mim, pois encontro diferentes perspectivas e ideias que me motivam a explorar meu potencial e seguir meus sonhos</i> ”.

Edu-D: *“Sou uma pessoa divertida e busco sempre fazer a diferença. Estudo em um colégio, que oportuniza os talentos dos estudantes, eu por exemplo, faço parte do grupo de teatro e de dança”.*

Edu-E: *“Sou alguém que se preocupa com o meio ambiente e com a sustentabilidade, meu desejo é ser Engenheiro Ambiental. No colégio onde estudo, vejo a importância de promover práticas sustentáveis, como a semana do meio ambiente, que aprendemos muito, como a reciclagem do lixo e a conscientização sobre o impacto das nossas ações no planeta”.*

Edu-F: *“Sou uma pessoa alegre, gosto de estar entre os amigos, gosto de estudar. O lugar onde estudo é uma oportunidade de participar de vários projetos, contribuindo para o bem-estar da comunidade e ajudando a construir um ambiente mais igualitário”*

Edu-G: *“Sou alguém que valoriza a educação e a busca pelo conhecimento. O lugar onde estudo é um espaço de descoberta e crescimento intelectual, onde posso expandir minha mente e me preparar para enfrentar os desafios do mundo.”*

Edu-H: *“sou uma pessoa muito empática, busco sempre ser melhor. O lugar onde estudo é muito acolhedor, nossa, sou muito feliz por estar aqui. Nesse ambiente eu posso desenvolver minha capacidade de entender e ajudar os outros, contribuindo para a construção de relações saudáveis e solidárias”.*

Edu-I: *“Sou alguém que valoriza a igualdade de gênero e os direitos humanos. No lugar onde estudo, vejo a importância de promover a inclusão e combater qualquer forma de discriminação, criando um ambiente seguro e respeitoso para todos”.*

Edu-J: *“Sou uma pessoa, apaixonada pela arte. O lugar onde estudo é um espaço onde posso me envolver em atividades artísticas e explorar minha criatividade, contribuindo para tornar o ambiente mais colorido e inspirador”.*

Edu-K: *“Vejo que sou alguém com sonhos e ambições, buscando constantemente aprender e crescer. Quanto ao lugar onde estudo, vejo como um espaço de oportunidades, onde posso desenvolver minhas habilidades e interagir com colegas que compartilham dos mesmos interesses”.*

Edu-L: *“Para mim, “Quem sou eu?” é uma pergunta complexa, pois estou em constante descoberta sobre minha identidade. No entanto, sinto que sou alguém comprometido com meus valores e princípios. Quanto ao lugar onde estudo, vejo como um espaço de aprendizado e troca de conhecimentos, onde posso me conectar com professores e colegas que compartilham dos mesmos interesses acadêmicos”.*

Edu-M: *“Percebo que sou alguém com experiências únicas, que a cada dia aprendo um pouco mais. Em relação ao lugar onde estudo, vejo como um ambiente desafiador, mas também estimulante, onde tenho a oportunidade de explorar diferentes áreas do conhecimento e me preparar para o futuro, eu já reprovei dois anos, porém sei que vai ser possível concluir o ensino médio e ingressar na universidade”.*

Edu-N: *“Acho que sou uma pessoa em constante evolução, com sonhos e aspirações. Em relação ao lugar onde estudo, vejo-o como um ambiente de aprendizado e crescimento, onde posso explorar meu potencial, esse colégio nos proporciona bons materiais e um preparo excelente para os vestibulares”.*

Edu-O: *“Sou uma pessoa extrovertida e muito comunicativa. É um lugar onde tenho a oportunidade de aprender e me desenvolver. Temos professores dedicados e uma biblioteca com muitos livros interessantes. Além disso, temos um pátio onde podemos brincar durante o recreio”*

Edu-P: *“Me acho muito alegre e inteligente, gosto muito de estudar. O colégio onde estudo, é muito bom. Aqui tem os melhores professores, tem um preparo para o SSA e o ENEM, tanto quanto para as olimpíadas. A escola oferece muitas coisas, materiais, boa alimentação e bons projetos, sou muito feliz.”*

Edu-Q: *“Sou uma pessoa feliz da vida, gosto de estar sempre sorrindo. A escola em que estudo valoriza a inclusão e a diversidade. Todos são encorajados a se respeitar e aceitar uns aos outros. Também temos projetos de voluntariado que nos permitem ajudar a comunidade ao nosso redor. É um lugar onde todos se sentem parte de uma comunidade unida”.*

Edu-R: *“Eu sou uma pessoa que acredita na igualdade e na justiça social. Procuo estar informado sobre questões globais e busco maneiras de criar um impacto positivo em minha comunidade. Minha identidade está ligada a ser um agente de mudança e lutar por um mundo mais justo. A escola onde estudo valoriza não apenas a excelência acadêmica, mas também o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais. Através de projetos e atividades extracurriculares, aprendemos sobre liderança, trabalho em equipe e empatia. Além disso, a escola nos incentiva a participar de iniciativas comunitárias e nos envolver em questões sociais, o que nos ajuda a entender o impacto que podemos ter no mundo ao nosso redor”.*

Edu-S: *“Me identifico como uma pessoa criativa e engajada em causas sociais. O lugar onde estudo é uma escola que valoriza a inclusão e o respeito mútuo. Aqui, somos encorajados a expressar nossas opiniões e desenvolver habilidades para enfrentar desafios”.*

Edu-T: *“Sou apaixonado por esportes e sempre busco superar meus limites. O lugar onde estudo valoriza o esporte e nos proporcionar conhecer várias modalidades, inclusive já ganhei várias medalhas no futsal e no xadrez”.*

Edu-U: *“Me considero uma pessoa curiosa e apaixonada por conhecimento. No lugar onde estudo, vejo uma escola que valoriza a aprendizagem, o pensamento crítico e a busca pelo saber. É um ambiente que nos desafia a expandir nossos horizontes”.*

Edu-V: *“Sou uma pessoa apaixonada tecnologia e gamer. Aqui no colégio, vejo a valorização pela criatividade e a busca por soluções inovadoras. É um ambiente onde somos encorajados a explorar novas ideias e a transformá-las em realidade. Além disso, o colégio nos oferece um laboratório de tecnologia, como por exemplo acesso a computadores e o estudo da robótica”.*

Edu-W: *“Eu me vejo como um estudante dedicado, curioso e apaixonado pela área da ciência da natureza. Em relação a esse colégio, vejo como um ambiente que valoriza a diversidade e oferece oportunidades para os alunos explorarem seus interesses. Além de ser um ambiente lindo, com muitos recursos a serem utilizados”.*

Edu-Y: *“Me vejo como alguém criativa e interessada nas artes. Para mim, o lugar onde estudo é um espaço de expressão, onde posso explorar minha imaginação e compartilhar minhas emoções através da arte, gosto muito de participar grupo de dança”.*

Edu-X: *“Sou alguém muito dedicada, adoro ler. O colégio nos proporciona muitas coisas boas, estão sempre preocupados com a nossa vida e pensando sempre no nosso futuro, tendo uma química de professores e funcionários muito boa”.*

Edu-Z: *“Sinto que sou uma pessoa curiosa e apaixonada por aprender coisas novas. Em relação ao lugar onde estudamos, vejo nossa escola como um espaço de descobertas, onde temos acesso a diferentes conhecimentos e oportunidades de desenvolvimento acadêmico e pessoal”.*

Edu-A1: *“Me considero alguém muito esportivo e adoro participar das atividades esportivas da escola. Para mim, o lugar onde estudamos é um espaço de superação, onde podemos desenvolver habilidades físicas, trabalho em equipe e espírito esportivo”.*

Edu- B2: *Bem, sou uma pessoa criativa e curiosa. Gosto de aprender coisas novas e estou sempre em busca de desafios. Quanto ao lugar onde estudo, é uma escola com uma comunidade diversa, cheia de pessoas com histórias diferentes. É um lugar onde posso aprender, compartilhar experiências e construir amizades. Além disso, aqui temos um preparo e incentivo, que estão relacionadas as avaliações externas”.*

Edu-C3: *“Sou uma pessoa muito feliz, gasto de estar sempre sorrindo. Aqui na escola vejo todo mundo respeitando e diversidade que a sociedade enfrenta. Me sinto muito acolhida com os professores e colegas.”*

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A partir das respostas dos estudantes, podemos dizer que eles percebem o ambiente escolar como uma instituição acolhedora, genuinamente preocupada com o bem-estar social e

a vida acadêmica dos estudantes. Essa percepção enfatiza a relevância de valorizar a identidade de cada educando, reconhecendo suas habilidades, interesses e perspectivas individuais.

Posteriormente a essa atividade, os educandos participaram de outro momento de socialização. Agora sobre a participação deles na Semana do Meio Ambiente da escola. O objetivo dessa atividade foi permitir que os educandos compartilhassem suas experiências e vivências, destacando pontos importantes com base no conhecimento adquirido. Esse diálogo promoveu um ambiente de troca de conhecimentos e reflexões, possibilitando que os educandos explorassem diferentes perspectivas da vivenciada durante a Semana do Meio Ambiente.

Durante a Semana do Meio Ambiente, os educandos tiveram a oportunidade de participar de diversas atividades e vivências relacionadas à temática ambiental. Ao longo desse período, eles tiveram a oportunidade de observar e refletir sobre problemas e impactos ambientais, baseando-se em suas próprias experiências e no contexto em que vivem.

Então, na atividade de socialização, os educandos trouxeram à tona questões pertinentes sobre os problemas ambientais que afetam sua comunidade, buscando discutir soluções viáveis. Dentre os temas apresentados nesse momento, destacaram-se: descarte inadequado de resíduos, os impactos da poluição e contaminação, e o lixo eletrônico. Temas, que segundo os educandos, despertaram o interesse deles.

No quadro 15 ilustramos as falas do professor pesquisador e estudantes nesse momento de socialização.

Quadro 15 - Momento de socialização sobre a vivência na semana do Meio Ambiente

Momento de socialização: Semana do Meio Ambiente
<p>Pesquisador: <i>“Olá, pessoal! Hoje vamos refletir sobre a ação que vocês realizaram durante a Semana do Meio Ambiente. Gostaria de começar perguntando a cada um de vocês o que acharam da experiência e quais foram as principais lições que aprenderam ao longo desse período”.</i></p>
<p>Edu-F: <i>“Eu achei a atividade muito interessante! Foi legal poder participar de iniciativas para conscientizar as pessoas sobre a importância de cuidar do meio ambiente. Aprendi que pequenas ações podem fazer uma grande diferença e que todos nós temos responsabilidade em preservar a natureza”.</i></p>
<p>Edu-B: <i>“Concordo com o colega. Foi uma semana intensa, mas gratificante. Aprendi que o descarte correto do lixo é fundamental para evitar a poluição do solo e da água, além de contribuir para a reciclagem. Também entendi que o consumo consciente é essencial para reduzir o desperdício e o impacto ambiental”.</i></p>
<p>Pesquisador: <i>“Excelente, alunos! Fico muito feliz em ver o engajamento e o aprendizado de vocês durante essa semana especial. É fundamental compreendermos que o meio ambiente é uma parte vital de nossas vidas e que dependemos dele para sobreviver. Cuidar dele é cuidar de nós mesmos”.</i></p>
<p>Pesquisador: <i>“Agora, gostaria que cada um compartilhasse uma ação individual que pretende implementar a partir de agora para contribuir com a preservação do meio ambiente. Você que falar alguma coisa Edu-D”.</i></p>

Edu-D: *“Eu pretendo reduzir o consumo de plástico descartável. Vou levar uma garrafa reutilizável para a escola e recusar canudos e sacolas plásticas em minhas compras”.*

Pesquisador: *“Ótimo! Pequenas mudanças de hábito fazem uma grande diferença. E você, Edu-L?”*

Edu-L: *“Eu quero começar a separar o lixo corretamente em casa e incentivar minha família a fazer o mesmo. Além disso, pretendo usar mais o transporte público ou a bicicleta em vez do carro quando for possível”.*

Edu-A: *“Eu tenho pensado muito sobre a quantidade de lixo que produzimos e como isso afeta o meio ambiente”.*

Pesquisador: *“Ótimo ponto! O lixo é realmente uma questão importante. Alguém mais tem ideias sobre temas relacionados ao lixo?”*

Edu-L: *“Eu estava lendo sobre reciclagem e como isso ajuda a reduzir o impacto do lixo no planeta”.*

Pesquisador: *“Boa observação! A reciclagem é uma prática fundamental para reduzir a quantidade de lixo que vai para os aterros sanitários. Alguém tem mais alguma sugestão?”*

Edu-P: *“Teve um período que eu estava pesquisando sobre lixo eletrônico e descobri que é um problema crescente em todo o mundo”.*

Pesquisador: *“Excelente! O lixo eletrônico é uma questão atual e muito relevante. Podemos explorar mais sobre esse tema e entender como o descarte inadequado de dispositivos eletrônicos afeta o meio ambiente e a comunidade”.*

Edu-P: *“Sim, e também podemos aprender sobre a importância de reciclar e reutilizar os eletrônicos para evitar a contaminação por substâncias tóxicas”.*

Edu-N: *“Eu me lembro de uma conversa que tive com um dos voluntários sobre o lixo eletrônico. Ele explicou que muitos dispositivos eletrônicos são descartados de forma incorreta e que isso pode ser prejudicial ao meio ambiente”.*

Pesquisador: *“Ótimo ponto! O descarte inadequado de lixo eletrônico é um problema crescente em nossa sociedade. Vocês já pararam para pensar no impacto que isso pode causar?”*

Edu-N: *“Eu sei que alguns componentes dos eletrônicos podem ser tóxicos, como chumbo, mercúrio e cádmio. Se eles forem jogados no lixo comum, podem contaminar o solo e a água”.*

Pesquisador: *“Ótima observação! O lixo eletrônico contém materiais perigosos que podem ser prejudiciais ao meio ambiente e à saúde das pessoas se não forem tratados corretamente. Fico agradecido por vocês terem compartilhado esse momento de conhecimento, referente a vivência na Semana do Meio Ambiente”.*

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Portanto, buscando identificar inquietações e preocupações dos educandos, a partir deste momento de socialização sobre a participação na Semana do Meio Ambiente, sendo este outro aspecto do primeiro objetivo específico da pesquisa, destacamos: a preservação do meio ambiente (Edu-F e Edu-A), a prática do consumo consciente (Edu-B e Edu-D), a importância da separação adequada de resíduos (Edu-L), a problemática do lixo eletrônico (Edu-P) e a necessidade de um descarte correto do lixo eletrônico (Edu-N).

A partir do momento de socialização sobre a Semana do Meio Ambiente, os educandos se sentiram motivados a investigar e aprofundar sobre temas que lhes eram significativos,

buscando compreender a realidade em que estão inseridos e propondo possíveis caminhos para a solução dos problemas identificados.

3.2 Análise das situações-limite

Segundo Freire (1987), a segunda etapa da Investigação Temática se inicia quando o pesquisador compreende do conjunto de contradições, ou seja, de situações-limite, nas quais os indivíduos da área investigada estão imersos.

Após a compreensão da realidade na perspectiva dos moradores e dos educandos, partimos para a construção da Rede Temática. Nesse intuito, buscamos promover um espaço para estimular um diálogo aberto e inclusivo entre os educandos, proporcionando a eles a oportunidade de compartilhar suas perspectivas e experiências. O objetivo deste momento foi o de aprofundar a compreensão das informações coletadas durante o Estudo da Realidade, por meio da análise minuciosa das situações vivenciadas pelos sujeitos e das codificações obtidas.

A partir da problematização das percepções dos moradores e dos estudantes, esses últimos foram desafiados a aprofundar sua compreensão sobre as complexidades e dinâmicas presentes em seu contexto local, promovendo uma visão mais abrangente e holística da realidade em que estão inseridos.

Nessa perspectiva, foi realizada a seleção criteriosa de algumas contradições que orientaram a elaboração das codificações. As codificações desempenham um papel fundamental, agindo como representações fiéis das situações existenciais vivenciadas e contribuindo de maneira essencial na análise minuciosa e na compreensão abrangente dessas questões em foco (Freire, 1987). As codificações cumpriram seu papel ao possibilitar que o conhecimento adquirido a partir do contexto concreto fosse devidamente contextualizado e discutido no âmbito teórico, ampliando significativamente a compreensão das situações vivenciadas. Ao longo desse processo, tanto o educador quanto os educandos se tornaram sujeitos ativos na construção do conhecimento, engajando-se em uma reflexão crítica sobre a realidade que os cercava, buscando incansavelmente transformá-la de forma consciente e emancipatória (Freire, 1976).

De acordo com Silva (2004), o propósito essencial da contextualização da realidade local por meio da construção de uma Rede Temática, fundamentada na problematização das falas significativas levantadas, é aprofundar a compreensão dos elementos que compõem a organização cultural, social e econômica da comunidade. A partir das ideias de Silva (2004),

buscamos identificar as tensões e contradições existentes em uma realidade específica, explorando duas comunidades da cidade de Surubim, localizada em Pernambuco. Nesse processo reflexivo e dialógico, a ideia é a de preparar os sujeitos envolvidos para que possam intervir de forma crítica e ativa na transformação dessa realidade.

A Rede Temática, composta pelas codificações selecionadas, permitiu conectar os diferentes temas e questões identificados durante o Estudo da Realidade, estabelecendo relações e interconexões que possibilitaram uma compreensão mais ampla dos desafios e dilemas enfrentados pela comunidade, segundo os moradores.

Foram identificados contradições e desafios que refletem as preocupações e dificuldades enfrentadas pelas comunidades. Essas situações-limite representaram pontos críticos que demandam atenção e ação transformadora para buscar soluções. Ao reconhecer essas situações-limite, tivemos a oportunidade de compreender as complexidades do contexto em que a comunidade está inserida e buscar alternativas para lidar com esses desafios. É a partir dessas situações-limite que podemos promover a reflexão crítica, a mobilização social e a construção de estratégias que podem contribuir para a transformação e melhoria da realidade vivenciada.

A Rede Temática, resultante da identificação das situações-limite, reflete as inquietações e falas dos participantes, permitindo a síntese das informações e a identificação de situações-limite relevantes relatadas por eles.

As situações-limite relatadas pelos moradores da comunidade e pelos educandos foram analisadas e agrupadas para formar os principais tópicos que compõem a Rede Temática. Cada tópico abrange preocupações, desafios e aspirações.

Nessa perspectiva, com o intuito de identificar contradições percebidas na realidade dos moradores e dos estudantes participantes, alinhando-se ao primeiro objetivo específico, destacamos:

1. Acesso limitado a serviços básicos: contradição entre o direito de todos os membros da comunidade a serviços essenciais, como saúde, educação, água potável e moradia adequada e a falta de acesso ou qualidade insatisfatória desses serviços.

2. Degradação ambiental e sustentabilidade: contradição entre a necessidade de cuidar do meio ambiente para garantir um futuro sustentável e as práticas insustentáveis de exploração dos recursos naturais, poluição e mudanças climáticas que comprometem a qualidade de vida das atuais e futuras gerações.

3. Descarte inadequado de resíduos: contradição entre a necessidade de preservar o meio ambiente e a realidade de um descarte inadequado de resíduos, incluindo o lixo doméstico e o lixo eletrônico, que comprometem a saúde ambiental e a qualidade de vida das pessoas.

4. Impactos da poluição e contaminação: contradição entre a necessidade de proteger a saúde humana e os ecossistemas e a presença de poluentes provenientes do lixo, que afetam negativamente a qualidade do ar, da água e do solo, comprometendo a saúde e o bem-estar das comunidades.

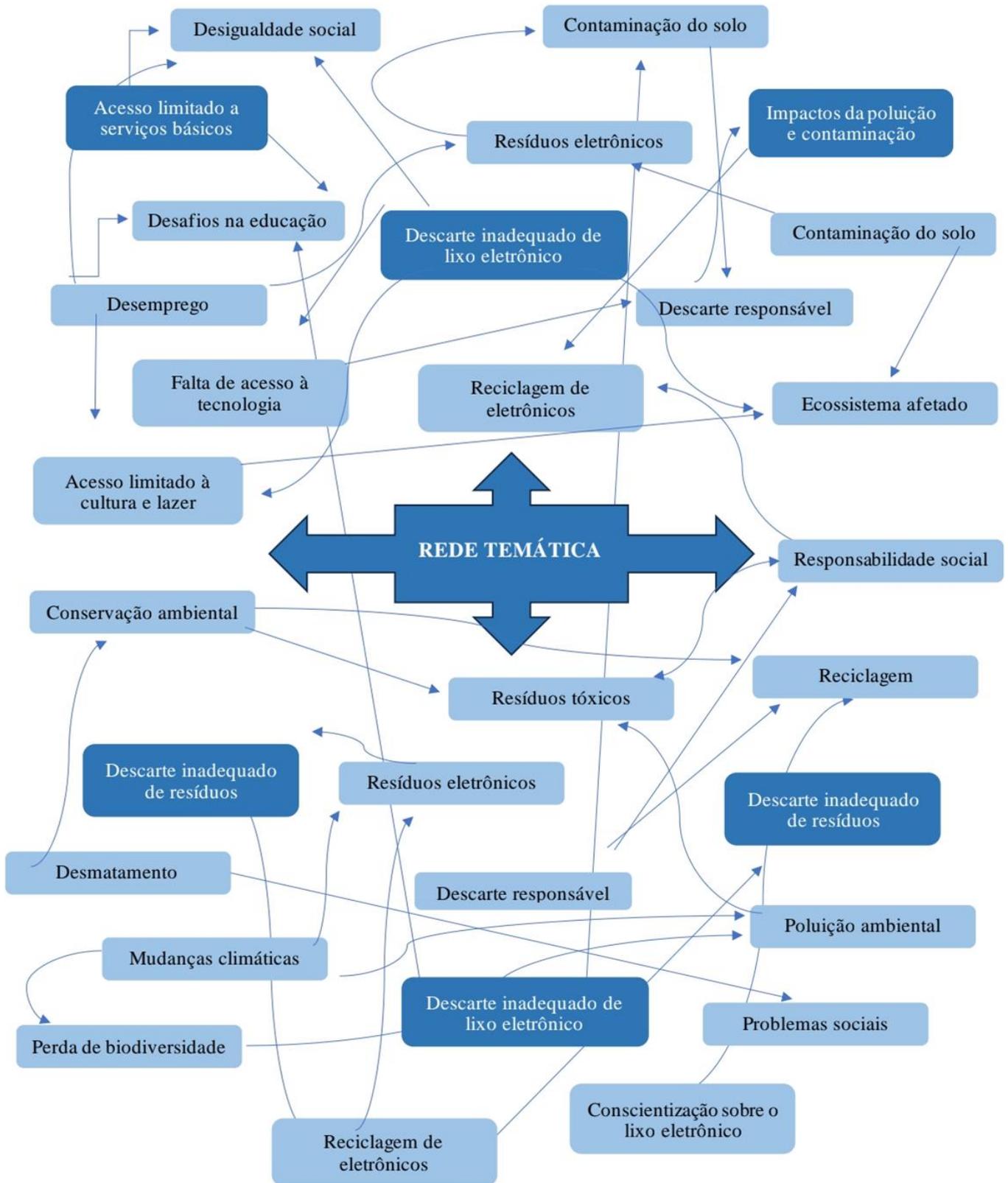
5. Descarte inadequado de lixo eletrônico: contradição entre a necessidade de descartar os aparelhos eletrônicos de forma adequada, considerando os riscos ambientais e de saúde, e a prática comum de descartá-los no lixo comum, sem o devido tratamento ou reciclagem.

A construção dessa Rede Temática permitiu traçar conexões entre as diferentes situações-limite, revelando a complexidade e interdependência dos problemas e questões enfrentados pelas comunidades. Ao visualizar essa rede, foi possível compreendermos a necessidade de abordagens integradas para enfrentar os desafios identificados. Essa abordagem colaborativa, baseada nas falas e vivências dos membros da comunidade, oferece uma perspectiva autêntica e genuína sobre as realidades locais, garantindo que as soluções propostas estejam alinhadas com as reais necessidades da comunidade.

As discussões e reflexões promovidas a partir dessa rede temática foram enriquecedoras, proporcionando um ambiente propício para o compartilhamento de ideias e a criação de estratégias efetivas.

A figura 4 ilustra a construção da Rede Temática com base nas situações-limite identificadas:

Figura 4 – Esquema de representação da Rede Temática com base nas situações – limite



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Após a construção da Rede Temática, a partir da identificação das possíveis situações-limites elencadas, foi realizado um trabalho conjunto com os educandos para traçar uma análise e promover discussões que possibilitassem o surgimento de um Tema Gerador relevante e significativo. Esse trabalho conjunto constituiu o Círculo de Cultura.

Contudo, vale destacar que a busca pelo Tema Gerador teve início a partir da análise das situações-limite relacionadas às inquietações e colocações trazidas pelos moradores e pelos estudantes.

3.3 Os Círculos de Cultura

Nos Círculos de Cultura, os educandos tiveram a oportunidade de vivenciar o processo de descodificação das informações coletadas. Os Círculos de Cultura proporcionaram um ambiente acolhedor e participativo, permitindo que os educandos compartilhassem suas percepções e interpretações sobre as codificações. Esse diálogo aberto e inclusivo promoveu uma troca de conhecimentos e experiências, ampliando a compreensão das situações-limite e suas interconexões.

Durante os Círculos de Cultura, foram levantadas diversas questões e reflexões que contribuíram para a análise das codificações. As diferentes perspectivas e pontos de vista foram respeitados e valorizados, garantindo que cada participante contribuísse de forma significativa para o processo de descodificação. Por meio dos Círculos de Cultura, as situações-limite foram desveladas em sua complexidade e profundidade, revelando suas implicações e efeitos no contexto local e escolar. Através desse processo, emergiram novas compreensões e conexões que contribuíram para uma visão mais holística e abrangente dos desafios enfrentados pela comunidade.

A descodificação foi conduzida por meio de diálogos abertos e reflexivos, encorajando os educandos a expressarem suas percepções e propostas diante das situações-limite apresentadas. Foi uma oportunidade para que pudessem debater coletivamente sobre as causas subjacentes das codificações e sobre suas próprias experiências e conhecimentos em relação as situações-limite. Neste sentido, a descodificação se constitui, como afirma Freire (2011b), como um processo que busca o início da superação da consciência real pela consciência máxima possível.

Conforme destacado por Freire (1987), o processo dinâmico de codificação-problematização-descodificação, que é realizado ao longo de todo o processo da Investigação

Temática na busca por Temas Geradores (os quais guiarão a construção dos conteúdos programáticos), encontra uma continuidade na etapa dos Círculos de Cultura. Nesse ponto, a devolução da temática significativa aos participantes do ato educativo ocorre, configurando-se como desafios a serem compreendidos e enfrentados/superados. Essa abordagem perpassa pela transformação da consciência ingênua em uma consciência crítica (Freire, 2001).

No contexto dos Círculos de Cultura, essas codificações assumem um papel fundamental, servindo como ponto de partida para a construção do conteúdo programático e, conseqüentemente, para o processo de descodificação da temática significativa que está encapsulada nele. Assim, o ciclo de codificação-problematização-descodificação permanece presente tanto ao longo da dinâmica de Investigação Temática e da Redução Temática, que culmina na formação dos conteúdos programáticos ancorados em temas geradores, quanto durante a fase de desenvolvimento dos Círculos de Cultura (Freire, 1987).

Nesse momento, a turma foi dividida em cinco grupos, sendo cada grupo incumbido de realizar pesquisas e preparar uma apresentação sobre um dos temas selecionados com base nas situações-limite. Essa atividade permitiu uma análise mais detalhada de cada problemática, bem como a oportunidade de compartilhar conhecimentos e reflexões com toda a turma.

No quadro 16 estão transcritas as falas dos grupos de estudantes no momento das apresentações dos temas selecionados a partir das situações-limite. Ou seja, no momento das possíveis descodificações das situações-limite.

Quadro 16 - Socialização da pesquisa conduzida pelos educandos

Socialização da pesquisa
Grupo-A: <i>"A pesquisa revelou que uma das soluções para enfrentar o acesso limitado à serviços básico, como saúde e educação, é a ampliação da oferta de postos de saúde e a melhoria da infraestrutura existente. Acreditamos também, que a formação de parcerias entre escolas, pode contribuir para ampliar o acesso à educação."</i>
Grupo-B: <i>"Durante a nossa pesquisa, identificamos que uma das principais causas da degradação ambiental é a exploração excessiva dos recursos naturais, como o desmatamento desenfreado. Uma possível solução seria promover a conscientização sobre a importância da preservação ambiental".</i>
Grupo-C: <i>"Quando estávamos desenvolvendo a pesquisa sobre o descarte inadequado de resíduos, a gente percebeu que a nossa comunidade tá enfrentando vários problemas por causa disso. Tem muita gente jogando lixo em lugares errados, e isso tá afetando a saúde do ambiente e da gente também. A gente acha que uma das soluções pra resolver esse problema é conscientizar as pessoas sobre a importância de separar o lixo corretamente e reciclar. Quanto mais a gente reciclar, menos lixo vai parar nos lugares errados".</i>
Grupo-D: <i>"Na elaboração da pesquisa sobre os impactos da poluição e contaminação, a gente viu que a qualidade do ar tá muito comprometida por causa do lixo queimado e dos gases poluentes liberados. Isso tá afetando a nossa saúde, causando problemas respiratórios e alergias. Uma das soluções que a gente pensou é fazer campanhas de conscientização sobre os impactos da poluição e contaminação na nossa saúde e no meio ambiente. Se as pessoas entenderem como isso tá prejudicando a gente e a natureza, talvez elas pensem duas vezes antes de jogar lixo no chão ou no rio".</i>

Grupo-E: “Durante nossa pesquisa, descobrimos que o descarte inadequado de lixo eletrônico representa um sério problema ambiental e de saúde. Uma possível solução seria a implementação de pontos de coleta específicos para o descarte de eletrônicos, onde as pessoas poderiam deixar seus dispositivos antigos para serem reciclados ou corretamente descartados. Além disso, é importante promover campanhas de conscientização para educar a comunidade sobre os perigos do descarte inadequado e incentivar o uso de serviços de reciclagem”.

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

O grupo A, considerando o acesso limitado aos serviços básicos nas comunidades, destacou a ampliação da oferta de postos de saúde e o acesso à educação. O grupo B, a partir da degradação ambiental sugeriu a conscientização das pessoas das comunidades sobre a importância da preservação ambiental. O grupo C optou pelo descarte de resíduos e destacou a necessidade de conscientização das pessoas sobre separar o lixo corretamente e reciclar. O grupo D, considerando os impactos da poluição e contaminação do ar, por exemplo, destacou a conscientização das pessoas sobre o descarte correto do lixo. E o grupo E, a partir do descarte inadequado de lixo eletrônico, trouxe a implantação de pontos de coletas e campanhas de vacinação.

Após as apresentações, buscando direcionar as próximas etapas do processo, os educandos de cada grupo foram convidados a eleger uma palavra-chave representativa para as situações-limite abordadas em suas apresentações. Essa escolha de palavras-chave visava capturar a essência e o cerne das problemáticas identificadas, fornecendo um panorama conciso e significativo dos desafios enfrentados pelas comunidades. As palavras-chave selecionadas pelos grupos foram então reunidas para a construção de uma nuvem de palavras.

Para a construção da nuvem de palavras foi utilizado a plataforma *Mentimeter*. Souza e colaboradores (2019), enfatizam que a ferramenta *Mentimeter* é amplamente empregada para promover ações interativas e imediatas, oferecendo uma ampla gama de possibilidades, incluindo nuvens de palavras, quizzes, perguntas abertas, escalas, entre outras. Essa ferramenta possibilita interações simultâneas por meio de um código fornecido pela plataforma. Segundo os autores, no contexto da sala de aula, os educadores podem utilizar o *Mentimeter* para envolver os estudantes em atividades participativas, capturando sua atenção e tornando o conteúdo mais envolvente por meio de uma experiência dinâmica. Além disso, tais atividades podem servir como um auxílio ao professor na avaliação de sua metodologia, mediante a análise dos resultados obtido (Sousa *et al.*, 2019).

Essa atividade proporcionou um espaço de diálogo e troca de ideias, enriquecendo a compreensão das problemáticas enfrentadas pelas comunidades segundo moradores e estudantes. Através da colaboração e da escuta ativa, os educandos se tornaram protagonistas

na construção do conhecimento, refletindo o compromisso e o envolvimento genuíno com a investigação temática.

A nuvem visual representa de forma gráfica uma síntese das principais questões e preocupações levantadas pelos educandos. As palavras mais recorrentes e relevantes para os educandos, oferecendo uma visão geral dos temas, estão ilustradas na figura 5.

Figura 5 - Elaboração da nuvem de palavras



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Essas atividades (pesquisas sobre temas a partir das situações-limite e construção da nuvem de palavras) permitiram definir um Tema Gerador que estivesse estreitamente relacionado às inquietações da comunidade e refletisse as preocupações dos próprios estudantes.

Ao considerar as palavras mais relevantes e recorrentes na nuvem de palavras, o professor pesquisador e os estudantes conseguiram estabelecer um ponto central de discussão que contribuiu para aprofundarmos as próximas etapas da Investigação Temática.

Diante da relevância e da interconexão dos temas levantados, decidimos concentrar nossa atenção em um único Tema Gerador que englobasse os temas e fosse de interesse comum tanto para os moradores das comunidades quanto para os educandos. O Tema Gerador escolhido foi: "O Descarte Incorreto do Lixo Eletrônico".

A questão do descarte incorreto do lixo eletrônico representa uma preocupação compartilhada pelas comunidades (escolar e local), refletindo as situações-limite identificadas durante o Estudo da Realidade e Análise das situações-limite. Com o Tema Gerador em foco, buscamos aprofundar nossas investigações, promovendo discussões e buscando soluções colaborativas para lidar com os desafios relacionados ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos.

Considerando que nesta pesquisa nosso intuito é o da articulação entre a educação problematizadora de Paulo Freire e os princípios da abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), destacamos que o Tema Gerador em tela possibilita tal articulação ao tempo em que a partir dele diferentes dimensões podem abordadas. Por exemplo, na dimensão científica podem ser abordados os conceitos de Oxidação e Redução e Balanceamento de Reações de Oxirredução, na dimensão tecnológica, aspectos relativos à Energia renovável, Bateria recarregável, na dimensão social, as causas do descarte incorreto do lixo eletrônico e a problemática dos metais pesados para a saúde, e na dimensão ambiental, as consequências desse descarte incorreto para o meio ambiente.

3.4 A Redução Temática

Após o processo que culminou no Tema Gerador "O Descarte Incorreto do Lixo Eletrônico", deu-se início à etapa de Redução Temática, essencial para a definição e organização dos conteúdos programáticos.

Durante a fase da Redução Temática, os conteúdos são selecionados para a definição das atividades pedagógicas (Freire, 1987). Nesse processo, cabe a cada educador analisar e contribuir com conceitos curriculares de sua especialidade (Delizoicov, 1991). A Redução Temática busca estabelecer uma conexão entre os conhecimentos acadêmicos e a realidade dos educandos, tornando o ensino mais contextualizado e relevante para suas vidas (Freire, 1987).

Portanto, nessa etapa, foi feita a seleção criteriosa dos conceitos, teorias e informações relevantes que contribuiriam para aprofundar a compreensão do Tema Gerador "O Descarte Incorreto do Lixo Eletrônico". Nesse sentido foram selecionados: lixo eletrônico; impactos ambientais; reciclagem, economia circular, componentes tóxicos, conscientização e educação ambiental, eletroquímica, pilha de Daniel, reação de oxirredução.

Era esperado que esses conteúdos permitissem aos educandos a compreensão tanto da problemática do lixo eletrônico de maneira mais abrangente, estimulando-os a se tornarem

agentes críticos e transformadores em relação à questão ambiental, como das interações CTSA sobre, por exemplo, a produção de tecnologia, o meio ambiente e os impactos sociais, estimulando a reflexão e a busca por soluções mais sustentáveis e responsáveis para o descarte de lixo eletrônico.

Por meio da Redução Temática, os educandos tiveram a oportunidade de explorar diferentes perspectivas e enfoques, compreendendo como o Tema Gerador se conecta com diferentes aspectos, como ciências, tecnologia, meio ambiente, cidadania, entre outras. Os conteúdos selecionados foram organizados de forma coerente e sequencial, com o intuito de proporcionar uma aprendizagem aos educandos. A interligação dos conhecimentos permitiu a construção de uma visão mais holística do descarte incorreto do lixo eletrônico, abordando aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais.

Importante ressaltar que esses conceitos foram abordados de forma indagadora, buscando ativamente a participação dos estudantes, no contexto da quinta etapa da Investigação Temática: Trabalho em sala de aula. Nesse momento, a dialogicidade foi estimulada, permitindo que os educandos se envolvessem ativamente em todo o processo, visando a compreensão do Tema Gerador e a proposição de soluções para ele.

3.5 O Trabalho em sala de aula

O Trabalho em sala de aula foi desenvolvido por meio de uma sequência didática organizada a partir dos 3MP propostos por Delizoicov (1991): Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC); e Aplicação do Conhecimento (AC).

Delizoicov (1983) enfatiza que a abordagem educacional problematizadora e dialógica, baseada nos princípios de Freire (2017), considera que o educando possui conhecimentos significativos, que podem ser integrados e articulados nas aulas, a partir dos conhecimentos históricos trazidos pelo professor.

3.5.1 Problematização Inicial (PI)

No primeiro momento pedagógico, o da Problematização Inicial (PI), aos educandos foi apresentada uma situação-problema 1 (SP1) envolvendo o Tema Gerador O descarte inadequado do lixo eletrônico.

No quadro 17 apresentamos a situação-problema para o momento da PI.

Quadro 17 - Situação problema 1 da etapa da PI

Problematização 1 (P1)
<p>Imagine que você é um estudante consciente sobre a importância da preservação do meio ambiente e está preocupado com o descarte incorreto do lixo eletrônico em sua comunidade. Você observou que muitos moradores descartam computadores, celulares, tablets e outros dispositivos eletrônicos no lixo comum, sem considerar os danos ambientais e de saúde causados pelo descarte inadequado desses materiais.</p> <p>Diante dessa situação, você decide propor uma ação educativa para conscientizar a população sobre a importância do descarte correto do lixo eletrônico.</p> <p>Com base nessa situação, responda às questões problematizadoras:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Quais são os principais impactos ambientais e de saúde causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico? 2. Quais são as possíveis soluções tecnológicas para o correto descarte e reciclagem dos resíduos eletrônicos? 3. Como você poderia envolver a sociedade, incluindo estudantes, professores, pais e outros membros da comunidade, nessa campanha de conscientização? 4. Como a eletroquímica está relacionada ao descarte inadequado de lixo eletrônico? 5. Quais são os componentes eletrônicos presentes nos dispositivos eletrônicos que podem causar impacto ambiental quando descartados incorretamente?

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

A partir das respostas dos estudantes à situação-problema buscamos identificar as concepções prévias dos estudantes acerca do descarte de lixo eletrônico e de sua relação com a Eletroquímica.

Dos trinta e três educandos participantes, quatro não estiveram presentes no momento da PI. Sendo assim, foram consideradas as respostas de 29 educandos para as questões 1, 2, 3, 4 e 5, as quais estão apresentadas no quadro 18.

Quadro 18 - Respostas dos educandos para a situação problema 1

Questões norteadoras	Respostas dos educandos
<p>Questão 1</p> <p>Quais são os principais impactos ambientais e de saúde causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico?</p>	<p>Edu-A, Edu-F, Edu-K, Edu-S: “Contaminação do solo e das águas prejudicando a saúde”.</p> <p>Edu-L: “Acredito que o descarte incorreto do lixo eletrônico pode contaminar o solo, sendo assim contamina os alimentos e pode nos causar doenças”.</p> <p>Edu-G: “Impacto negativo na cadeia alimentar”</p> <p>Edu-P: “Poluição do ar devido à queima de lixo eletrônico, liberando poluentes na atmosfera e contribuindo para problemas respiratórios”</p> <p>Edu-N: “Acho que prejudica os animais, tanto quanto nos seres humanos, que dependemos da agricultura”.</p> <p>Edu-W: “Prejudica o solo e os rios, se descartar em lugares qualquer”</p> <p>Edu-H: “O descarte incorreto vai prejudicar os alimentos, sendo assim, vai prejudicar nossa saúde”</p> <p>Edu-C: “O descarte incorreto vai impactar na nossa saúde, podendo diminuir nosso tempo de vida”</p>

	<p>Edu-X: “Vai prejudicar a poluição do ar, pois tem gente que queima materiais eletrônicos”</p> <p>Edu-B: “Os principais impactos estão relacionados a nossa saúde, já que o descarte prejudica o solo e a gente se alimenta de alimentos que vem do solo”.</p> <p>Edu-Q, Edu-Y: “Prejudica a saúde”</p> <p>Edu-D: “Vai prejudicar os rios, desse jeito, prejudica a nossa saúde”.</p> <p>Edu-A1, Edu-I, Edu-J, Edu-M, Edu-O, Edu-R, Edu-U: “Não sei”</p> <p>Edu-T, Edu-E, Edu-V, Edu-W, Edu-Z, Edu-B2: não responderam.</p>
<p>Questão 2</p> <p>Quais são as possíveis soluções tecnológicas para o correto descarte e reciclagem dos resíduos eletrônicos?</p>	<p>Edu-P: “Acredito que a robótica pode desempenhar um papel importante na desmontagem e separação dos componentes dos eletrônicos, facilitando a reciclagem.”</p> <p>Edu-L: “Uma das soluções tecnológicas é a implementação de pontos de coleta específicos para o lixo eletrônico”.</p> <p>Edu-G: “Pode utilizar as redes sociais como meio para divulgar a conscientização”.</p> <p>Edu-A, Edu-C, Edu-F, Edu-H, Edu-J, Edu-I, Edu-M, Edu-N, Edu-O, Edu-Q, Edu-S, Edu-T, Edu-U, Edu-V, Edu-X, Edu-A1: “Não sei”.</p> <p>Edu-B, Edu-D, Edu-E, Edu-I, Edu-K, Edu-R, Edu-W, Edu-Y, Edu-Z, Edu-B2: não responderam.</p>
<p>Questão 3</p> <p>Como você poderia envolver a sociedade, incluindo estudantes, professores, pais e outros membros da comunidade, nessa campanha de conscientização?</p>	<p>Edu-A: “Acho que seria legal algumas palestras sendo assim iria conscientizar muita gente”.</p> <p>Edu-R, Edu-V, Edu-E: “Através de palestras”</p> <p>Edu-L: “Para envolver a sociedade nessa campanha, poderíamos começar com ações de conscientização na escola, como palestras e debates sobre os impactos do lixo eletrônico”.</p> <p>Edu-G: “Criando uma campanha nas redes sociais, compartilhando informações sobre o descarte adequado do lixo eletrônico e incentivando as pessoas a participarem”.</p> <p>Edu-P: “Uma ideia para envolver a comunidade seria fazer parcerias com empresas e estabelecimentos locais para instalar pontos de coleta de lixo eletrônico”.</p> <p>Edu-N: “Acredito que ama forma de envolver os professores nessa campanha seria incluir o tema do lixo eletrônico nas aulas, relacionando com as disciplinas que eles ensinam”.</p> <p>Edu-W, Edu-J, Edu-M, Edu-O: “Elaboração de projetos”.</p> <p>Edu-H: “Organizar eventos de coleta de eletrônicos usados”.</p> <p>Edu-C: “Acredito nas realizações de reuniões e eventos para discutir o tema do lixo eletrônico”.</p> <p>Edu-X: “Acredito que a realização de workshops e atividades práticas, como reciclagem”</p> <p>Edu-B: “Uma ideia é criar um grupo de voluntários, formado por estudantes, professores e membros da comunidade, para promover ações de conscientização em diferentes lugares da cidade. Assim, poderíamos alcançar mais pessoas e ter um impacto maior”.</p> <p>Edu-Q, Edu-Y: “Realização de atividades sobre educação ambiental na comunidade”.</p> <p>Edu-D: “Na realização de reuniões para discutir o tema do lixo eletrônico e dessa maneira, poderá estimular a participação ativa dos pais na campanha.”</p> <p>Edu-A1, Edu-U: “criar grupos de estudo ou clubes sobre sustentabilidade e meio ambiente nas escolas”.</p> <p>Edu-F: “Eu acho que poderíamos fazer cartazes informativos e colocá-los em locais estratégicos da escola e da comunidade, para que as pessoas vejam e aprendam sobre os problemas do lixo eletrônico”.</p> <p>Edu-T, Edu-K, Edu-W, Edu-Z, Edu-B2: não responderam.</p>

<p>Questão 4</p> <p>Como a eletroquímica está relacionada ao descarte inadequado de lixo eletrônico?</p>	<p>Edu-L: “A eletroquímica envolve reações químicas que ocorrem em dispositivos eletrônicos”.</p> <p>Edu-H: “Bem, a eletroquímica está relacionada ao descarte inadequado de lixo eletrônico porque muitos desses dispositivos contêm baterias e pilhas que utilizam reações eletroquímicas para gerar energia”.</p> <p>Edu-P: “A eletroquímica está relacionada ao descarte inadequado de lixo eletrônico porque os componentes dos aparelhos eletrônicos, como as pilhas e baterias, possuem substâncias químicas”.</p> <p>Edu-G: “A eletroquímica estuda as reações que envolvem eletricidade”.</p> <p>Edu-A, Edu-B, Edu-C, Edu-D, Edu-E, Edu-F, Edu-I, Edu-J, Edu-K, Edu-M, Edu-N, Edu-O, Edu-Q, Edu-R, Edu-S, Edu-T, Edu-U, Edu-V, Edu-W, Edu-X, Edu-Y, Edu-Z, Edu-A1, Edu-B2: não responderam.</p>
<p>Questão 5</p> <p>Quais são os componentes eletrônicos presentes nos dispositivos eletrônicos que podem causar impacto ambiental quando descartados incorretamente?</p>	<p>Edu-A, Edu-B, Edu-C, Edu-D, Edu-E, Edu-F, Edu-G, Edu-H, Edu-I, Edu-J, Edu-K, Edu-M, Edu-N, Edu-O, Edu-P, Edu-Q, Edu-R, Edu-S, Edu-T, Edu-U, Edu-V, Edu-W, Edu-X, Edu-Y, Edu-Z, Edu-A1, Edu-B2: não responderam.</p>

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

As respostas dos educandos foram analisadas de acordo com os parâmetros de análise propostos por Lacerda (2008) e Silva (2019): resposta satisfatória (RS); resposta pouco satisfatória (RPS); resposta satisfatória alternativa (RSA); resposta pouco satisfatória alternativa (RPSA); resposta insatisfatória (RI), e não respondeu (NR).

Sobre a questão 1 da SP1, os educandos elencaram como principais impactos ambientais e de saúde causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico: contaminação do solo e da água; poluição do ar; contaminação do solo e rios; contaminação de alimentos. E esses impactos, segundo alguns dos estudantes, podem ter impactos na saúde humana e na cadeia alimentar. Os educandos parecem reconhecerem que o descarte adequado é essencial para proteger a saúde e o meio ambiente. Quanto à análise das respostas a questão 1, seis estudantes (20%) apresentaram respostas satisfatórias, dez deles (35%) expressaram respostas pouco satisfatórias, sete (24%) estudantes responderam que não sabiam e seis (20%) não responderam.

Sobre a questão 2 da SP1, os estudantes indicaram soluções tecnológicas para o correto descarte e reciclagem dos resíduos eletrônicos, tais como: robótica, reciclagem, pontos de coleta de lixo eletrônico, redes sociais para divulgação e conscientização. Quanto à análise das respostas a questão 2, três (10%) educandos apresentaram respostas satisfatórias, dezesseis (55%) afirmaram não saber, e dez deles (34%) não responderam.

Quanto à questão 3 da SP1, os estudantes apontaram algumas formas para o envolvimento da sociedade na campanha de conscientização sobre o descarte inadequado do

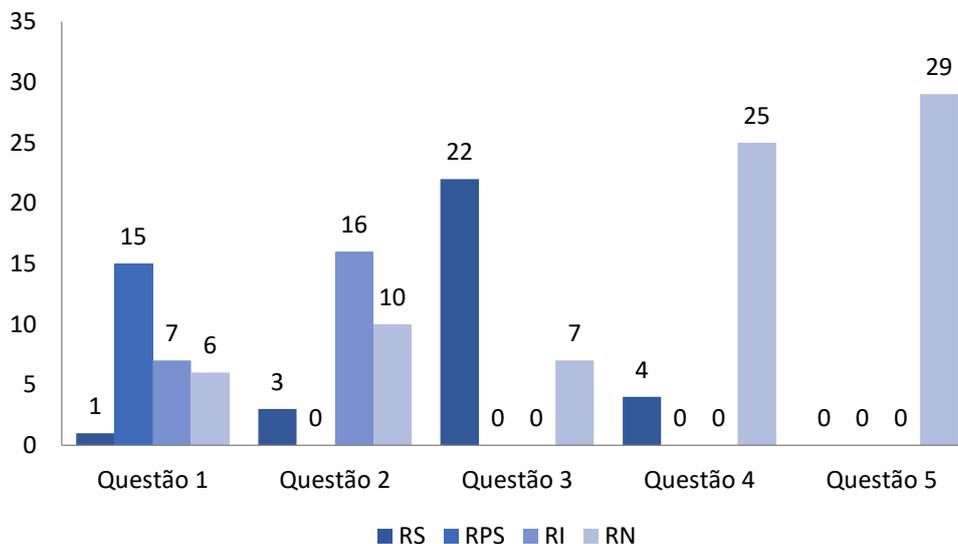
lixo eletrônico. Nessa perspectiva, foram mencionadas: realização de palestras, debates e atividades práticas; a criação de campanhas nas redes sociais; parcerias com empresas locais para instalar pontos de coleta; inclusão dessa problemática nas aulas; organização de eventos de coleta, reuniões, workshops e atividades práticas, como reciclagem; criação de grupos de voluntários; realização de atividades de educação ambiental na comunidade; criação de clubes de sustentabilidade; e exposição de cartazes informativos em locais estratégicos como meios de divulgação. A análise das respostas dos educandos para a resposta 3, vinte e dois deles (75%) apresentaram respostas satisfatórias, sete (25%) educandos não responderam.

Em relação a questão 4 da SP1, quatro (14%) educandos apontaram relações entre a Eletroquímica e o descarte inadequado de lixo eletrônico. Foram elas: ocorrência de reações químicas nos dispositivos eletrônicos; presença de pilhas e baterias nos dispositivos, nas quais ocorrem reações eletroquímicas para gerar energia; as pilhas e baterias, como componentes de dispositivos eletrônicos, contém substâncias químicas; a eletroquímica estuda as reações que envolvem eletricidade. Entretanto, 25 deles (86%) não responderam à questão.

Sobre a quinta questão da SP1, que perguntava sobre as substâncias presentes nos dispositivos eletrônicos que podem causar impacto ambiental quando descartados incorretamente, observamos que nenhum educando apresentou resposta para essa questão.

A quantidade de estudantes e a categorização de suas respostas em satisfatória, pouco satisfatória, satisfatória alternativa, pouco satisfatória alternativa, insatisfatória e não respondeu, está apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Categorização das respostas dos educandos de acordo com os parâmetros de análise de Lacerda (2008) e Silva (2019)



Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Os educandos que não responderam algumas questões da SP1 ressaltaram que possuem conhecimento dos conceitos, mas encontram dificuldades em estabelecer relações com os aspectos ambientais. Também expressaram que enfrentam desafios ao conectar os conceitos de eletroquímica ao contexto ambiental, apesar de perceberem as consequências ambientais do descarte inadequado de lixo eletrônico.

Corroborando com nossos resultados, Dewey (1997) destaca a importância de partir dos conhecimentos prévios e experiências dos estudantes como ponto de partida para uma aprendizagem significativa. Segundo este autor, a educação deve ser baseada nas vivências e interesses dos estudantes, permitindo que eles se envolvam ativamente na construção do conhecimento.

Para Silva e Soares (2013), ao levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e propor atividades que partam desses saberes iniciais, destacam que o professor possibilita a superação da visão limitada do senso comum e promove a aquisição do conhecimento embasado em concepções científicas. Dessa forma, os estudantes são incentivados a questionar, investigar e ampliar seus entendimentos, construindo uma base sólida de conhecimento e superando visões simplistas e equivocadas.

Apesar de alguns estudantes não terem respondido ou apresentado respostas satisfatórias à questão 4 da SP1, percebemos que alguns deles têm conhecimentos sobre a relação da eletroquímica com o descarte inadequado de lixo eletrônico, como podemos exemplificar na

resposta do estudante Edu-L “*A eletroquímica envolve reações químicas que ocorrem em dispositivos eletrônicos*”.

Por outro lado, 25 estudantes não responderam essa questão. É possível que eles não tenham conhecimentos sobre essa relação ou não estejam familiarizados com os termos utilizados na questão, o que pode ter dificultado suas respostas.

Mas, é importante valorizar as respostas dos educandos, mesmo que ainda não sejam coerentes do ponto de vista científico, pois elas podem revelar suas experiências e percepções sobre o descarte incorreto do lixo eletrônico.

Portanto, com o propósito de analisar as concepções prévias dos estudantes sobre o lixo eletrônico e sua relação com os impactos ambientais e de saúde, as possíveis soluções tecnológicas, a participação da sociedade, a Eletroquímica e os componentes de dispositivos eletrônicos, (segundo objetivo específico desta pesquisa), constatou-se que a maioria deles não soube responder ou deixou a resposta em branco quanto aos principais impactos ambientais e de saúde causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico; quanto às possíveis soluções tecnológicas para o correto descarte e reciclagem dos resíduos eletrônicos, a maioria deles não soube responder ou deixaram em branco; quanto ao envolvimento da sociedade na campanha de conscientização sobre o lixo eletrônico, os estudantes propuseram diferentes soluções, tais como palestras, campanhas nas redes sociais e projetos; quanto a relação da Eletroquímica com descarte inadequado de lixo eletrônico, a maioria dos estudantes não respondeu; e quanto aos componentes eletrônicos presentes nos dispositivos eletrônicos que podem causar impacto ambiental quando descartados incorretamente, nenhum aluno respondeu à questão.

Após responderem a SP1, os educandos assistiram ao vídeo intitulado: “*Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros*”, que destaca a importância de conscientizar as pessoas sobre os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto desses dispositivos e a necessidade de adotarem práticas de descarte corretas direcionando-as para pontos de coleta específicos, como postos de reciclagem, lojas ou campanhas de recolhimento. O vídeo mostra que o lixo eletrônico contém substâncias tóxicas, como metais pesados, que podem contaminar o solo e a água quando descartadas incorretamente. Essas substâncias representam riscos para a saúde humana e para o meio ambiente.

A exibição do vídeo teve o propósito de conscientizar os educandos sobre a importância do descarte correto do lixo eletrônico e de estimular uma perspectiva crítica e consciente, como é esperado na Educação problematizadora e na Educação CTSA.

Após a exibição do vídeo, os educandos foram organizados em quatro grupos, e receberam uma folha de papel impressa contendo um conjunto de questões problematizadoras elaboradas a partir do conteúdo do vídeo. Com a situação problema em mãos, o professor pesquisador orientou os educandos a fazerem a leitura e observou suas atitudes e hipóteses formuladas Pozo (1998). Ao observar as atitudes e hipóteses formuladas pelos educandos, o professor pesquisador identificou compreensões dos estudantes e direcionar o processo de ensino-aprendizagem de forma mais efetiva. Essa observação permitiu ao professor pesquisador identificar lacunas de conhecimento, desafios conceituais e promover intervenções adequadas para ajudar os educandos a superarem obstáculos e avançarem no desenvolvimento de conceitos científicos (Pozo, 1998). Ilustramos as questões problematizadoras no quadro 19.

Quadro 19 – Questões problematizadoras sobre o vídeo

Problematização – (SP2)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Quais foram as principais informações que vocês destacaram do vídeo? 2. Como vocês se sentiram ao assistir às imagens e informações apresentadas? 3. Vocês já tinham conhecimento sobre os problemas relacionados ao descarte de pilhas e baterias? 4. Quais são os principais impactos ambientais e riscos à saúde associados ao descarte inadequado desses resíduos? 5. Quais são as possíveis soluções para lidar com esse problema? 6. O que podemos fazer individual e coletivamente para promover o descarte correto de pilhas e baterias?

Fonte: elabora pelo autor (2023).

As respostas dos grupos às questões problematizadoras estão transcritas no quadro 20.

Quadro 20 - Análise do vídeo: Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros

Categorias	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Principais informações destacadas	<i>O grupo observou que o descarte inadequado de pilhas e baterias nos lixões brasileiros é um problema grave que causa impactos ambientais e à saúde.</i>	<i>O grupo enfatizou que as pilhas e baterias apresentam substâncias tóxicas.</i>	<i>O grupo destacou a presença de metais pesados nas pilhas e baterias, que podem causar danos irreversíveis ao meio ambiente e à saúde.</i>	<i>O grupo destacou que o descarte inadequado de pilhas e baterias causa danos ao meio ambiente.</i>
Sentimentos ao assistir ao vídeo	<i>Eles se sentiram preocupados e chocados com as imagens e informações apresentadas</i>	<i>Sentiram-se indignados e preocupados com a falta de conscientização sobre o problema e enfatizaram que na</i>	<i>Sentiram-se surpresos e preocupados com a gravidade da situação.</i>	<i>Sentiram-se indignados e preocupados com a falta de conscientização da comunidade.</i>

		<i>comunidade, também é frequente.</i>		
Conhecimento prévio	<i>Alguns participantes já tinham algum conhecimento sobre o problema, mas o vídeo trouxe uma perspectiva mais ampla sobre os impactos.</i>	<i>Enfatizam que tinham pouco conhecimento sobre a temática, porém, o vídeo trouxe mais detalhes sobre os impactos que o descarte pode causar.</i>	<i>Alguns participantes tinham conhecimento sobre o descarte inadequado, mas não estavam cientes da extensão dos danos causados.</i>	<i>Alguns participantes tinham conhecimento básico sobre o descarte inadequado, mas o vídeo expandiu seu entendimento sobre as consequências.</i>
Impactos ambientais e riscos à saúde	<i>Identificaram que o descarte inadequado pode contaminar o solo e a água.</i>	<i>Mencionaram a contaminação do solo, da água e a poluição atmosférica causada pelo descarte incorreto.</i>	<i>Enfatizaram a poluição do ar e os riscos de intoxicação por metais pesados.</i>	<i>Destacaram a contaminação do solo e os riscos à saúde humana, como problemas neurológicos e câncer.</i>
Possíveis soluções	<i>Eles sugeriram a implementação de sistemas de coleta e reciclagem mais acessíveis, campanhas de conscientização e incentivo à produção de pilhas e baterias mais sustentáveis.</i>	<i>Propuseram a criação de programas de educação ambiental, parcerias com empresas para a coleta adequada, e a implementação de legislações mais rígidas para o descarte de resíduos eletrônicos.</i>	<i>Propuseram a conscientização da população por meio de campanhas educativas, criação de programas de coleta seletiva e o estímulo à reciclagem desses resíduos.</i>	<i>Propuseram a implementação de políticas de reciclagem mais eficientes, a conscientização por meio de campanhas publicitárias e a criação de pontos de coleta acessíveis.</i>
Ações individuais e coletivas:	<i>Eles propuseram a disseminação de informações para amigos e familiares, o uso de pilhas recarregáveis, o descarte correto em pontos de coleta e a participação em campanhas de reciclagem.</i>	<i>Eles sugeriram a criação de pontos de coleta em comunidades, a conscientização através das redes sociais e o incentivo ao uso de pilhas recarregáveis.</i>	<i>Eles sugeriram a utilização de pilhas recarregáveis, o descarte em pontos de coleta específicos, a divulgação de informações em escolas e a participação em projetos de reciclagem.</i>	<i>Eles sugeriram o uso de pilhas recarregáveis, o descarte em pontos de coleta específicos, a disseminação de informações nas comunidades e a participação em eventos de reciclagem.</i>

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Quanto às principais informações destacadas nos vídeos, os grupos dos educandos destacaram: o descarte inadequado de pilhas e baterias nos lixões brasileiros é um problema grave com impactos ambientais e na saúde (Grupo 1); a toxicidade das substâncias presentes nas pilhas e baterias (Grupo 2); a presença de metais pesados nas pilhas e baterias (Grupo 3); danos ambientais do descarte inadequado de pilhas e baterias (Grupo 4).

Em relação aos sentimentos aflorados ao assistirem o vídeo, identificamos: preocupação e choque (Grupo 1); indignação e preocupação com a falta de conscientização sobre o descarte

do lixo eletrônico (Grupos 2 e 4); preocupação e surpresa com a gravidade da situação (Grupo 3).

Sobre as concepções prévias dos educandos, destacamos que a exibição do vídeo promoveu: ampliação de suas concepções sobre o tema (Grupo 1); mais detalhes acerca dos impactos que o descarte inadequado pode causar (Grupo 2); compreensão mais ampla dos danos causados/consequências (Grupos 3 e 4).

Em relação aos impactos ambientais e aos riscos à saúde, percebemos que os grupos destacaram: contaminação do solo e da água (Grupo 1); contaminação do solo, água e poluição atmosférica (Grupo 2); poluição do ar e intoxicação por metais pesados (Grupo 3); contaminação do solo e riscos à saúde humana, como, problemas neurológicos e câncer (Grupo 4).

E sobre as possíveis soluções para o descarte inadequado de pilhas e baterias, os grupos propuseram: implementação de sistemas de coletas, reciclagem mais acessível e campanhas de conscientização (Grupo 1); criação de programas de educação ambiental, parcerias com empresas para coleta adequada (Grupo 2); conscientização da população por meio de campanhas educativas, criação de programas de coleta seletiva (Grupo 3); políticas de reciclagem mais eficientes, conscientização por meio de campanhas publicitárias (Grupo 4).

Essas falas dos educandos refletem o engajamento e a conscientização, princípios fundamentais da educação libertadora de Paulo Freire. Eles estão buscando compreender a realidade, problematizá-la e agir de forma transformadora, assumindo um papel ativo na construção de uma sociedade mais sustentável.

Após as respostas dos grupos às questões problematizadoras sobre o vídeo, foram apresentadas a eles duas reportagens. As reportagens foram selecionadas para estabelecer uma conexão entre o Tema Gerador e a realidade da comunidade, estimulando a reflexão crítica e consciente dos estudantes sobre os impactos do descarte inadequado de lixo eletrônico.

A primeira reportagem intitulada "Recicladora de Recife fatura R\$ 80 mil com coleta de lixo eletrônico" (disponível em bit.ly/43mPUN) destaca a história de uma empresa de reciclagem na cidade de Recife que obteve um faturamento significativo através da coleta e reciclagem de lixo eletrônico. Essa notícia mostra um exemplo prático de como o descarte correto desses resíduos pode ser benéfico tanto para o meio ambiente quanto para o setor econômico. A segunda reportagem, "No Dia Internacional do Lixo Eletrônico, empresas conscientizam para o descarte correto" (disponível em <http://glo.bo/3NNWmHE>) aborda a conscientização sobre o descarte adequado do lixo eletrônico em comemoração ao Dia

Internacional do Lixo Eletrônico. A matéria ressalta o papel das empresas na promoção de práticas sustentáveis e a importância de informar os consumidores sobre a forma correta de descartar seus dispositivos eletrônicos.

A partir dessas reportagens, os estudantes puderam ampliar seus conhecimentos sobre a temática do lixo eletrônico e a importância de seu descarte adequado. Eles foram estimulados a refletir sobre o potencial econômico e ambiental da reciclagem de eletrônicos, assim como a responsabilidade das empresas e dos consumidores nesse processo.

A atividade com as reportagens permitiu que os estudantes compreendessem os benefícios socioambientais da reciclagem de lixo eletrônico, além de reforçar a necessidade de conscientização e ações coletivas para garantir um descarte adequado desses resíduos. A partir das reportagens, eles foram incentivados a refletir sobre suas próprias práticas de consumo e descarte, contribuindo para uma consciência crítica em relação ao tema e uma postura mais responsável em relação ao lixo eletrônico.

Ao finalizar o primeiro momento pedagógico, foi proposta uma atividade aos educandos que consistiu em realizar um segundo bloco de entrevistas com membros da comunidade, com o objetivo de que eles obtivessem um maior entendimento sobre o Tema Gerador. As entrevistas foram conduzidas como uma forma de investigação e coleta de informações.

Entretanto, é relevante ressaltar que a socialização das entrevistas, atividade solicitada aos educandos no final da Problematização Inicial, ocorreu somente no momento pedagógico Aplicação do Conhecimento.

No quadro 21, apresentamos as questões norteadoras das entrevistas a ser realizadas pelos educandos, as quais, posteriormente, estão descritas em maiores detalhes (APÊNDICE E).

Quadro 21 - Questões norteadoras das entrevistas aplicadas à comunidade

Questões norteadoras das entrevistas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Qual é o seu entendimento sobre o termo "lixo eletrônico"? 2. Você tem conhecimento sobre os impactos ambientais e à saúde associados ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos? Poderia compartilhar alguns exemplos? 3. Como você costuma descartar seus aparelhos eletrônicos quando não os utiliza mais? 4. Você já teve alguma experiência de descarte inadequado de lixo eletrônico? Se sim, poderia contar um pouco sobre essa experiência? 5. Na sua opinião, quais são os principais desafios enfrentados para o descarte correto de resíduos eletrônicos? 6. Você está ciente da existência de pontos de coleta específicos para o descarte de lixo eletrônico na sua região? Utiliza esses pontos de coleta? 7. Quais são as suas percepções sobre a importância da reciclagem de lixo eletrônico? Por que você acha importante dar um destino adequado a esses resíduos? 8. Quais medidas você acredita que poderiam ser adotadas para aumentar a conscientização sobre o descarte

correto de lixo eletrônico na sociedade?
--

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Em síntese, podemos dizer que no momento pedagógico PI, os educandos foram estimulados a refletirem sobre as questões ambientais e sociais relacionadas ao descarte incorreto do lixo eletrônico. Além disso, incentivamos a troca de ideias e a participação ativa deles de modo a enriquecer a discussão e identificar suas perspectivas individuais sobre tema. Por meio das atividades desenvolvidas na PI foi construído um espaço que possibilitou aos estudantes questionarem, criticarem e refletirem sobre o descarte inadequado do lixo eletrônico.

Em conjunto, as atividades desenvolvidas neste momento promoveram curiosidade, engajamento e participação dos estudantes.

A base da concepção educacional freireana repousa, primordialmente, em três categorias centrais: dialogicidade, problematização e conscientização (Freire, 2001). Ao articular essas categorias em torno do Tema Gerador, pode emergir a concretização de uma educação libertadora, emancipatória e democrática. Essa abordagem direciona-se à meta de nutrir a formação da consciência crítica dos indivíduos, incentivando assim sua participação responsável nas esferas culturais, sociais, políticas e econômicas (Freire, 1987). Em suma, busca-se encorajar o engajamento ativo dos sujeitos no contexto do mundo em que vivem (Freire, 2001).

Nesse cenário, destaca-se a relevância de uma educação que seja problematizadora, crítica, ativa e comprometida com a transformação social (Freire, 2005). Um fator de importância fundamental no caminho em direção à descoberta apaixonada pelo conhecimento é a condução em direção a um envolvimento vigoroso com o mundo, por meio de um diálogo intelectualmente enriquecedor (Freire, 1996). Isso se traduz na consciente exploração de temas e saberes, sendo potencializado pela experiência em um ambiente educacional e cultural estimulante e rico. Esse contexto possibilita o florescimento da curiosidade epistemológica (Freire, 1983).

3.5.2 Organização do Conhecimento (OC)

No segundo momento pedagógico, a Organização do Conhecimento (OC), o estudo dos conteúdos programáticos ocorre de forma sistemática, a partir de atividades diversificadas que visam a apropriação de conhecimentos específicos (Angotti, 2015).

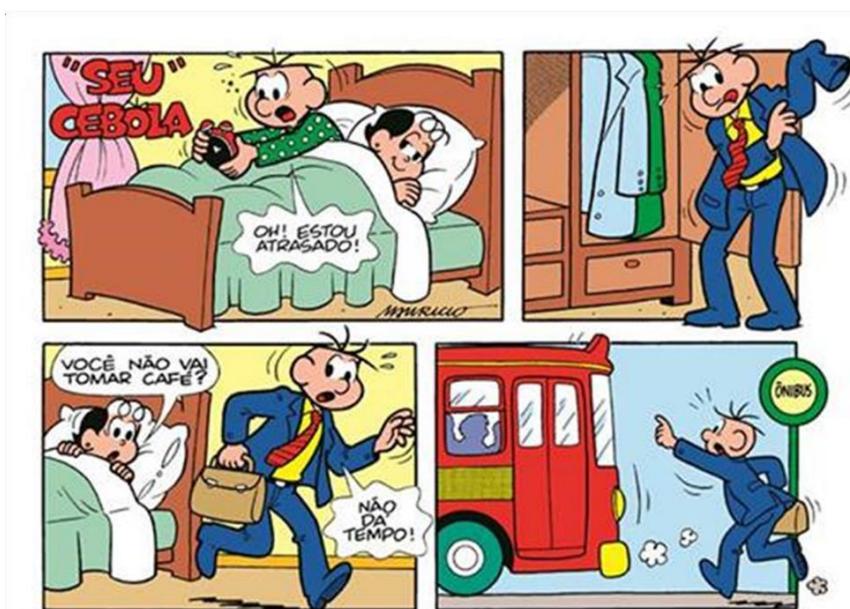
Nesse processo, para favorecer a compreensão abrangente dos conteúdos pelos educandos, foram utilizados diversos recursos didáticos, como reportagens, artigos científicos, situações-problema, vídeos, atividades experimentais, softwares e questões de avaliações externas, incluindo o ENEM e o SSA.

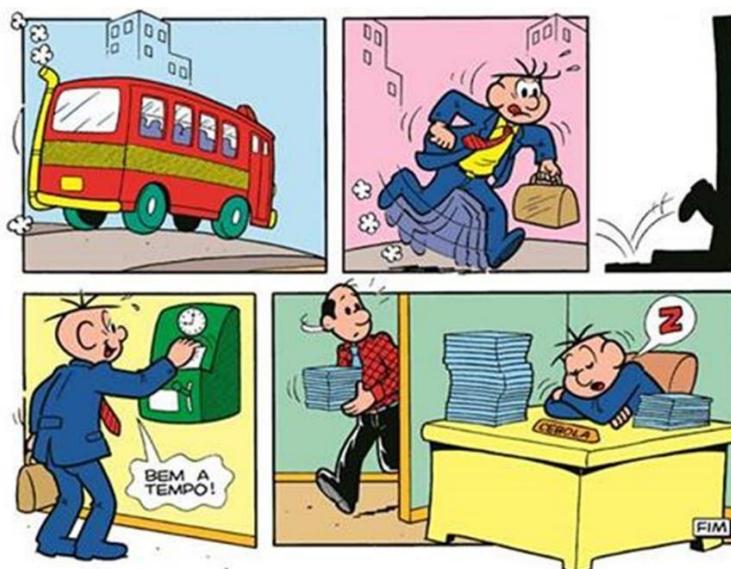
Os estudantes foram convidados a analisar a questão sob uma perspectiva ética, crítica e política, entendendo que a ciência e a tecnologia têm implicações profundas na sociedade e na natureza. Ao longo do processo, os educandos foram encorajados a pensar criticamente, analisando as consequências do descarte inadequado de lixo eletrônico e soluções mais sustentáveis.

Para a introdução do conteúdo de Eletroquímica, optamos por uma abordagem lúdica utilizando uma charge da Turma da Mônica. Essa estratégia permitiu envolver os educandos de forma descontraída, despertando seu interesse e curiosidade (Piccinini, 2005).

A charge da Turma da Mônica (figura 6) escolhida possui uma relação direta com o contexto introdutório da Eletroquímica, e essa conexão pode ser observada na representação das imagens. Por exemplo, para o ônibus se deslocar a energia é fornecida pela bateria e com tempo de uso, algumas partes do ônibus podem sofrer um processo de oxidação/corrosão. Ambos processos têm relação com a Eletroquímica.

Figura 6 - Charge -Turma da Mônica





Fonte: Turma da Mônica (<https://jogsdamonica.wordpress.com/2015/04/01/seu-cebola-no-trabalho/>)

Para a interpretação da charge com os estudantes, o professor pesquisador considerou questões norteadoras. É importante destacar que essa atividade ocorreu de forma dialogada, onde os educandos foram questionados pelo pesquisador, permitindo-lhes expressar seus pontos de vista. As questões norteadoras e as respostas dos estudantes estão apresentadas no quadro 23.

Quadro 22 – Questões norteadoras e respostas dos educandos sobre a Charge

Questões norteadoras	Resposta dos educandos
<p>Na charge, quais elementos da imagem podem estar relacionados à eletroquímica? Por quê?</p>	<p>Edu-F: “Acho que no despertador deve ter alguma coisa, pelo que eu entendo, eletroquímica vem de elétrons e elétrons tem energia”</p> <p>Edu-L: “Se a eletroquímica tem a ver com energia, então o ônibus só liga se tiver uma determinada energia, que vai além do combustível”.</p> <p>Edu-P: “A pilha que serve para ligar o despertador armazena energia, acaba fazendo com que a energia seja transferida para o despertador, sendo assim, ocorre uma reação química”</p>
<p>Na cena do ônibus, como você acha que a eletroquímica pode estar envolvida no funcionamento dos veículos elétricos?</p>	<p>Edu-H: “Acredito que para o veículo funcionar precisa ocorrer uma reação química, precisa ter energia suficiente para que tenha a passagem de elétrons, que tem bateria no ônibus”</p> <p>Edu-P: “Professor, eu acho que as baterias são compostas por reações químicas, nas quais ocorre a conversão de energia elétrica em energia química, alguma coisa assim”.</p> <p>Edu-L: “No motor do ônibus deve ocorrer muitas reações, por isso que agente ver a saída de fumaça, que ligara calor e a gente diz que é um processo exotérmico, acho que a eletroquímica tem relação com esses fenômenos”</p> <p>Edu-G: “Acredito que o funcionamento do ônibus, está relacionado à eletroquímica porque a bateria contém substâncias químicas, como os íons, que participam de reações eletroquímicas para armazenar energia elétrica”.</p>

<p>Vocês acham que a eletroquímica é importante no nosso dia a dia? Por quê?</p>	<p>Edu-D, Edu-G, Edu-R, Edu-W, Edu-T, Edu-C, Edu-A: “Acredito que não” Edu-N: “Professor, eu acredito que seja importante, porém, não sei como relacionar ao nosso cotidiano”. Edu-F: “Eu acredito que seja bastante importante, pois é de suma importância a gente conhecer mais sobre a concepção de energia e reação química”. Edu-P: “Professor, vejo que a eletroquímica esta presente ao nosso redor, própria charge pode demonstrar isso, que para deslocarmos necessitamos de energia e a energia tem relação com a eletroquímica”. Edu-L: “Vejo que ela está presente em dispositivos eletrônicos, sistemas de armazenamento de energia, como baterias, e até mesmo em processos industriais, como a produção de papeis, já que mostra isso na charge”.</p>
<p>Vocês acham que a eletroquímica está presente desde o nosso acordar?</p>	<p>Edu-A, Edu-D, Edu-N, Edu-W: “Eu acho que não professor, e o nosso corpo gera corrente elétrica?” Edu-F: “Ao acordarmos, podemos verificar o uso da eletroquímica nos nossos despertadores, que funcionam a partir de baterias ou pilhas”. Edu-L: “Ao tomar banho, muitas vezes utilizamos um chuveiro elétrico que converte a energia elétrica em calor”. Edu-P: “Acredito que o funcionamento do nosso sistema nervoso, por exemplo, é baseado em sinais elétricos”.</p>

Fonte: elabora pelo autor (2023).

Nesse momento, vinte oito educandos estiveram presentes em sala. Entretanto, poucos responderam às questões colocadas pelo professor pesquisador, talvez porque as questões norteadoras estivessem relacionadas a dimensão conceitual que lhes era desconhecida ou pouco familiar.

Na primeira questão (Quanto aos quais elementos da imagem podem estar relacionados à eletroquímica? Por quê?), apenas três estudantes responderam e destacaram: despertador, ônibus e pilhas do despertador.

Na segunda questão (Na cena do ônibus, como você acha que a eletroquímica pode estar envolvida no funcionamento dos veículos elétricos?), houve a participação de quatro educandos. Segundo eles, a Eletroquímica está envolvida: no funcionamento do veículo por meio da ocorrência de reação química (Edu-H); no funcionamento do ônibus por meio da bateria nas quais ocorrem reações químicas nas quais ocorre a conversão de energia elétrica em energia química (Edu-P); no funcionamento do motor do ônibus no qual ocorre, muitas reações químicas em um processo exotérmico (Edu-L); no funcionamento do ônibus por meio da bateria que tem substâncias químicas que participam de reações eletroquímicas (Edu-G).

Na questão 3 (Vocês acham que a eletroquímica é importante no nosso dia a dia? Por quê?), onze estudantes responderam. Contudo, a maioria deles (sete deles) não acreditam que a Eletroquímica é importante no cotidiano. Um deles (Edu-N) entende a importância da

Eletroquímica, mas não soube explicar porque. O estudante Edu-F, por sua vez, destaca a relevância da Eletroquímica para o conhecimento de sua relação com a energia. O estudante Edu-L destaca que a Eletroquímica está presente nos dispositivos eletrônicos, sistemas de armazenamento de energia como as baterias, e em processos industriais.

Na questão 4 (Vocês acham que a eletroquímica está presente desde o nosso acordar?), sete estudantes responderam. Quatro deles entendem que a Eletroquímica não está presente desde o acordar. O estudante Edu-F destacou que sim, exemplificando os despertadores que funcionam a base de baterias e pilhas. O estudante Edu-L mencionou que sim, e trouxe o chuveiro elétrico como exemplo, dado que nele a energia elétrica é convertida em energia térmica. E o estudante Edu-P considerou que o próprio funcionamento do sistema nervoso envolve a Eletroquímica.

A partir da análise das respostas dos educandos, identificamos nelas compreensões coerentes do ponto de vista científico. É relevante salientar que a presença de eletricidade está intrinsecamente ligada à existência de uma corrente elétrica, a qual pode ser definida como o fluxo de elétrons por um circuito (Atkins, Jones, 2012). Essa compreensão pode ter contribuído para os estudantes indicarem, por exemplo, a presença da Eletroquímica em seu cotidiano. Isso permitiu a constatação de que alguns os possuem uma base sólida para articular e associar os conceitos fundamentais da eletroquímica.

Nesse contexto, evidenciamos a abordagem do ensino da Eletroquímica em uma perspectiva contextualizada, enfatizando a articulação desse conteúdo científico na vida dos estudantes. Essa integração não apenas facilita a compreensão dos estudantes, mas ressalta a relevância deste conteúdo, como apontado por Monteiro (2018, p.12), “é capaz de contribuir ativamente para o avanço da sociedade devido à sua vasta aplicabilidade no dia a dia.”

Adicionalmente, podemos destacar dificuldades de alguns educandos para estabelecer relações entre as informações trazidas na charge e o conteúdo de Eletroquímica. Essas diferentes compreensões dos estudantes evidenciam a importância de promover uma abordagem contextualizada em sala de aula para ampliar o entendimento dos estudantes sobre a aplicação da Eletroquímica em diversas situações práticas.

É importante destacar que as dificuldades iniciais dos educandos em relacionar a charge com a Eletroquímica são esperadas, pois foi uma abordagem nova e desafiadora para eles. Essas dificuldades podem surgir devido a lacunas de conhecimento, falta de familiaridade com o conteúdo ou dificuldade em transferir conceitos aprendidos para novos contextos.

Seguida da discussão sobre a charge, os educandos foram divididos em cinco grupos para responder a situação-problema 3 (SP3), descrita no quadro 23. O objetivo do uso da situação-problema foi o de favorecer a compreensão da Eletroquímica, incentivando o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas relacionados ao tema. A situação-problema 3 abordava alguns dispositivos eletrônicos presentes em nossa rotina diária e sua relação com a Eletroquímica

Por meio dessa abordagem contextualizada, criamos um ambiente de aprendizagem autêntico e estimulante, que permitiu aos estudantes relacionar diferentes conceitos da Eletroquímica com situações reais do seu cotidiano.

Quadro 23 – Situação-problema 3 e as questões norteadoras

Situação problema 3- (SP3)	
O celular toca. É o despertador! Você se levanta e coloca seu relógio de pulso que está na mesa de cabeceira. Liga a televisão com o controle remoto para assistir às notícias. No trajeto até sua escola e ao longo do dia, você precisa alimentar a energizados diversos dispositivos eletrônicos que se tornaram comuns em seu cotidiano. A manhã passa rápido, você almoça, conversa com amigos por um aplicativo de mensagens instantâneas, tira selfies, escuta uma música e logo vai para a primeira aula do turno vespertino. O relógio de parede marca 13h51 min, está quase na hora da próxima aula. O professor passa os slides e, com a caneta a laser, indica os principais tópicos de um conteúdo chamado Eletroquímica. Ele passa a lição de casa e você prontamente registra o número das atividades em seu notebook.	
Questões norteadoras	
<ol style="list-style-type: none"> 1. No decorrer da situação problema, foram citados alguns dispositivos eletrônicos de uso comum no cotidiano. Do que eles necessitam para funcionar de maneira adequada? 2. Você já imaginou a sua vida sem alguns desses dispositivos? Nesse contexto, porque é importante estudar eletroquímica? 3. De que forma pilhas e baterias mudaram a rotina humana com relação à mobilidade? Cite ao menos um exemplo. 4. Pilhas e baterias são dispositivos que fornecem energia para o uso de aparelhos eletrônicos. Explique como a energia é gerada em uma pilha ou bateria. 	

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

As respostas dos educandos para as questões norteadoras da situação-problema 3 estão transcritas no quadro 24.

Quadro 24 - Respostas dos educandos com base na situação problema (SP3)

Questões norteadoras	Respostas dos educandos
Questão 1	Edu-C, Edu-D, Edu-E, Edu-G, Edu-H, Edu-I, Edu-J, Edu-K, Edu-L, Edu-M, Edu-O, Edu-Q, Edu-S, Edu-V, Edu-W: <i>“Enfatizaram que para ter o funcionamento necessitam de energia”</i> . Edu-A, Edu-F: <i>“Para que os dispositivos funcionem, eles precisam de energia</i>

	<p><i>elétrica. Isso pode ser fornecido por meio de pilhas, baterias”.</i></p> <p>Edu-L: “<i>Esses dispositivos eletrônicos precisam de uma fonte de energia elétrica para funcionar adequadamente, exemplo de pilhas e baterias”.</i></p> <p>Edu-N: “<i>Necessitam de energia, que essas energias precisam de alguém que esteja reagindo pra liberar alguma coisa”.</i></p> <p>Edu-P: “<i>De energia, e essa energia pode ser fornecida por pilhas, baterias, que são dispositivos químicos que tem processos da eletroquímica”.</i></p>
Questão 2	<p>Edu-D: “<i>Para ser sincero, nunca parei para pensar como seria minha vida sem esses dispositivos. Mas acredito que seria muito difícil, pois eles fazem parte do nosso dia a dia. E ainda, não consigo entender a importância de estudar eletroquímica, talvez, seja pra compreender os dispositivos”.</i></p> <p>Edu-F: “<i>Acho que não me vejo sem esses dispositivos, muito menos sem meu celular. Acredito que estudar a eletroquímica é importante para compreender como os dispositivos funcionam, como eles armazenam e fornecem energia”.</i></p> <p>Edu-L: <i>Sim, consigo imaginar minha vida sem alguns desses dispositivos, mas seria bastante desafiador. Estudar a Eletroquímica é importante porque ela nos proporciona compreensão sobre como as reações químicas podem produzir energia”</i></p> <p>Edu-G: “<i>Sem dúvida, minha vida seria completamente diferente sem esses dispositivos. Estudar Eletroquímica é importante porque nos permite entender os princípios e mecanismos por trás desses dispositivos”</i></p> <p>Edu-N: “<i>Sem dúvida, a vida seria completamente diferente sem esses dispositivos. Eles se tornaram essenciais em quase todas as áreas da nossa rotina. Acho que é importante estudar a eletroquímica, pra entender como gera energia nos dispositivos”</i></p> <p>Edu-P: “<i>A vida sem esses dispositivos seria extremamente desafiadora, mas acho que é possível, só não podemos viver sem os livros. Estudar Eletroquímica é importante porque ela é a base para as reações que ocorrem nas pilhas”</i></p>
Questão 3	<p>Edu-C: “<i>Um exemplo é o uso de pilhas em lanternas portáteis. Antes, dependíamos de velas”</i></p> <p>Edu-E: “<i>Da a entender que as baterias trouxeram boas contribuições, pois os celulares, são alimentados por baterias recarregáveis”.</i></p> <p>Edu-H: “<i>Um exemplo é o uso de baterias em veículos elétricos, como os carros”.</i></p> <p>Edu-L: “<i>Um exemplo é o uso de baterias em dispositivos de armazenamento de energia”</i></p> <p>Edu-P: “<i>Um exemplo notável é o surgimento dos veículos elétricos, como carros e bicicletas elétricas”.</i></p> <p>Edu-W: “<i>um exemplo é a bateria do celular, precisam de energia pra ficarem carregadas”</i></p> <p>Edu-P: “<i>A energia em uma pilha ou bateria é gerada por meio de uma reação eletroquímica. A reação ocorre entre uma espécie positiva e outra negativa”.</i></p> <p>Edu-T: “<i>A energia em uma pilha ou bateria é produzida quando os componentes químicos dentro do dispositivo reagem entre si, formando outra espécie química que libera energia”</i></p>
Questão 4	<p>Edu-A, Edu-D, Edu-K: “<i>Não sei, acho que pelas reações”</i></p> <p>Edu-B: “<i>Acredito que seja por meio de reações química, podendo liberar energia”</i></p> <p>Edu-G: “<i>Pelo que eu entendo, deve ter uma espécie química que quando reage com outra espécie libera energia”</i></p> <p>Edu-L: “<i>Durante uma reação química, os elétrons são liberados e fluem de um polo, criando uma corrente elétrica, com elementos químicos”</i></p> <p>Edu-N: “<i>Em uma pilha ou bateria, a energia é gerada por meio de uma reação química. Dentro do dispositivo, existem substâncias química que reagem entre si, liberando elétrons”.</i></p>

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Na primeira questão (No decorrer da situação problema, foram citados alguns dispositivos eletrônicos de uso comum no cotidiano. Do que eles necessitam para funcionar de maneira adequada?), os educandos citaram em suas respostas que os dispositivos necessitam

de: energia (Edu-C, Edu-D, Edu-E, Edu-G, Edu-H, Edu-I, Edu-J, Edu-K, Edu-I, Edu-M, Edu- N, Edu-O, Edu P, Edu-Q, Edu-S, Edu-V, Edu-W); energia elétrica (Edu- A, Edu-F, Edu- L);

Na questão 2 (Você já imaginou a sua vida sem alguns desses dispositivos? Nesse contexto, por que é importante estudar eletroquímica?) os educandos apresentaram as seguintes respostas: a eletroquímica está presente em sua vida para compreender os dispositivos (Edu-d, Edu-G,); para compreender como os dispositivos funcionam, como eles armazenam e fornecem energia (Edu-F, Edu-N); para a compreensão sobre as reações químicas (Edu-L); a eletroquímica é a base para as reações que ocorrem nas pilhas (Edu-P).

Para a questão 3 (De que forma pilhas e baterias mudaram a rotina humana com relação à mobilidade? Cite ao menos um exemplo), os estudantes apresentaram as seguintes respostas: uso das pilhas nas lanternas portáteis (Edu-C); uso de baterias nos celulares (Edu-E, Edu-W); uso de baterias nos carros elétricos (Edu-H) e bicicletas elétricas (Edu-P); uso de baterias em dispositivos de armazenamento de energia (Edu-L). As demais respostas não foram consideradas porque não atendiam à pergunta.

Na questão 4 (Pilhas e baterias são dispositivos que fornecem energia para o uso de aparelhos eletrônicos. Explique como a energia é gerada em uma pilha ou bateria), as respostas obtidas foram: pelas reações (Edu-A, Edu-D, Edu-K); por meio de reações químicas podendo liberar energia (Edu-B); pela reação de duas espécies químicas que reagem entre si com liberação de energia (Edu-G); por meio de uma reação química com liberação de elétrons e criação de correntes elétrica (Edu-L); por meio de reação química e liberação de elétrons (Edu-N).

Fragal e colaboradores (2011) destacam o papel essencial da Eletroquímica no estudo e aplicação das reações químicas associadas à eletricidade. Através das células galvânicas e eletrolíticas, compreendemos a geração de corrente elétrica a partir de reações espontâneas e o processo inverso, que requer a entrada de energia externa para ocorrer. Segundo Skoog e colaboradores (2012) célula, reconhecida como célula voltaica, tem a capacidade de armazenar energia que pode ser posteriormente convertida em trabalho.

A partir desses autores, podemos dizer que alguns dos educandos foram capazes compreender alguns conceitos da Eletroquímica, quando por exemplo, Edu-B responde que a energia é gerada em uma pilha ou bateria por meio de reações químicas podendo liberar energia.

Auler (2008) ressalta que ao entrelaçar conceitos científicos com os aspectos sociais dos educandos, é possível facilitar uma aprendizagem contextualizada, permitindo uma visão crítica e transformadora.

No entanto, identificamos que alguns educandos ainda têm dificuldades para compreender alguns dos conceitos da Eletroquímica. Por exemplo, quando os estudantes Edu-A, Edu-D, Edu-K respondem que a energia é gerada em uma pilha ou bateria por meio de reações, sem relacionar à produção de energia elétrica.

Após a atividade com a situação-problema 3, foram realizadas três aulas expositivas dialogadas para abordar o conceito de Eletroquímica. Durante essas aulas, diversos tópicos foram explorados, como oxidação e redução, número de oxidação, balanceamento de reações de oxirredução, semirreações, potencial de redução, pilhas de Daniel e eletrólise.

Durante as aulas expositivas, foi enfatizada a importância de os educandos compreenderem os conceitos de Eletroquímica em seus contextos social, tecnológico e ambiental, conforme a abordagem CTSA, bem como em avaliações externas, como o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e o SSA (Sistema Seriado de Avaliação). Nessa perspectiva, buscamos promover aos estudantes uma visão crítica e reflexiva que permita que eles analisem questões relacionadas a Eletroquímica sob diferentes perspectivas.

A explanação do conteúdo foi realizada de forma dinâmica, buscando envolver ativamente os estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Durante as aulas expositivas dialogadas, os educandos participaram ativamente, fazendo perguntas e tirando dúvidas sobre os conceitos abordados. Essa interação contribuiu para um ambiente de aprendizado colaborativo, no qual o professor pesquisador pôde fornecer esclarecimentos adicionais e aprofundar o entendimento dos estudantes.

O quadro 25 apresentamos os conceitos da Eletroquímica e os aspectos sociais e ambientais que podem ser articulados a ela.

Quadro 25 - Aspectos conceituais relacionados ao estudo da eletroquímica

Aspectos conceituais da eletroquímica
Oxidação e redução: A oxidação envolve a perda de elétrons por uma espécie química, enquanto a redução envolve o ganho de elétrons. Essas duas reações ocorrem em conjunto em uma reação de oxirredução.
Número de oxidação: O número de oxidação é uma medida da carga real ou fictícia que um átomo possui em um composto ou íon. Ele indica se um átomo perdeu ou ganhou elétrons em uma reação química.
Balanceamento de reações de oxirredução: Para equilibrar uma reação de oxirredução, é necessário igualar o número de elétrons perdidos na oxidação com o número de elétrons ganhos na redução. Isso é feito por meio da adição de coeficientes estequiométricos adequados aos reagentes e produtos.
Semirreações: As semirreações são as reações de oxidação e redução separadas que ocorrem em uma reação de oxirredução. Elas são utilizadas para facilitar o balanceamento das reações eletroquímicas.

Potencial de redução: O potencial de redução é uma medida da tendência de uma espécie química se reduzir, ou seja, ganhar elétrons. Ele indica a facilidade com que uma espécie pode atuar como agente redutor em uma reação eletroquímica.
Pilhas eletroquímicas: As pilhas são dispositivos que utilizam reações de oxirredução para gerar corrente elétrica. Elas consistem em dois eletrodos, um ânodo e um cátodo, separados por um eletrólito. As reações de oxirredução ocorrem nos eletrodos, gerando elétrons que fluem através de um circuito externo.
Eletrólise: A eletrólise é o processo no qual uma reação química é induzida pela passagem de corrente elétrica através de um eletrólito. Ela é utilizada para decompor compostos por meio de reações de oxirredução não espontâneas.
Aspectos sociais e ambientais podem ser relacionados ao conteúdo de Eletroquímica
Energia renovável: Fontes de energia que são naturalmente reabastecidas, como energia solar, eólica, hidrelétrica e geotérmica. A eletroquímica desempenha um papel importante no armazenamento e na conversão dessas formas de energia.
Bateria recarregável: Uma bateria que pode ser recarregada várias vezes. Elas são amplamente utilizadas em veículos elétricos e sistemas de armazenamento de energia renovável, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa.
Reciclagem de baterias: O processo de recuperação de materiais valiosos de baterias usadas, como metais como lítio, cobalto e níquel. A reciclagem de baterias é importante para minimizar a poluição e reduzir a demanda por recursos naturais.
Lixo eletrônico (e-lixo): Resíduos provenientes de dispositivos eletrônicos descartados, como celulares, computadores, TVs, entre outros.
Metais pesados: Elementos químicos como chumbo, mercúrio, cádmio e cobre, frequentemente encontrados em componentes eletrônicos. Quando inadequadamente descartados, esses metais podem contaminar o meio ambiente e representar riscos à saúde humana.
Descarte adequado: A disposição correta de resíduos eletrônicos, de acordo com as regulamentações e práticas ambientalmente responsáveis. Isso pode incluir a coleta seletiva, o encaminhamento para empresas especializadas em reciclagem e a garantia de que os materiais perigosos sejam tratados adequadamente.

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Seguida do desenvolvimento das aulas expositivas dialogadas com a explanação e discussão dos principais conceitos da Eletroquímica, como oxidação, redução, número de oxidação, pilha, cálculo de diferença de potencial (ddp) e a Pilha de Daniell, os estudantes foram organizados em grupos para realizar uma atividade prática experimental. Nessa atividade, eles montaram pilhas utilizando pedaços de limão e/ou batata inglesa. A atividade experimental teve como objetivo o de gerar energia e acionar um dispositivo eletrônico, como uma calculadora.

No quadro 26 descrevemos o roteiro experimental e as orientações fornecidas aos educandos.

Quadro 26 – Roteiro/orientações para o desenvolvimento da atividade experimental.

Roteiro experimental para ativar uma calculadora utilizando limões ou batata
Materiais necessários: Limões frescos Batata inglesa Fios de cobre (ou moedas de cobre)

Fios de zinco (ou pregos de zinco) Lâminas de metal (opcional)
<p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reúna os materiais necessários e certifique-se de que os limões e as batatas não estejam danificados. 2. Prepare os eletrodos de cobre e zinco. Você pode usar fios de cobre e zinco, ou moedas e pregos de cobre e zinco. Certifique-se de que os eletrodos estejam limpos e sem oxidação. 3. Corte os limões ou batata ao meio para expor a polpa interna 4. Insira um eletrodo de cobre em uma metade do limão ou batata e um eletrodo de zinco na outra metade. Certifique-se de que os eletrodos não se toquem dentro do limão ou batata. 5. Se desejar, você pode adicionar lâminas de metal entre os eletrodos e a polpa do limão/ batata para aumentar a superfície de contato e melhorar a condutividade. 6. Conecte os fios de cobre e zinco aos terminais da calculadora. Certifique-se de conectar o fio de cobre ao terminal positivo e o fio de zinco ao terminal negativo. 7. Após fazer as conexões, aguarde alguns segundos para que a reação eletroquímica ocorra e gere energia suficiente para acionar a calculadora. Se necessário, pressione o botão de ligar da calculadora.
Roteiro experimental para ativar uma calculadora utilizando limões ou batata
<p>Materiais necessários:</p> <p>Limões frescos Batata inglesa Fios de cobre (ou moedas de cobre) Fios de zinco (ou pregos de zinco) Lâminas de metal (opcional)</p>
<p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reúna os materiais necessários e certifique-se de que os limões e as batatas não estejam danificados. 2. Prepare os eletrodos de cobre e zinco. Você pode usar fios de cobre e zinco, ou moedas e pregos de cobre e zinco. Certifique-se de que os eletrodos estejam limpos e sem oxidação. 3. Corte os limões ou batata ao meio para expor a polpa interna 4. Insira um eletrodo de cobre em uma metade do limão ou batata e um eletrodo de zinco na outra metade. Certifique-se de que os eletrodos não se toquem dentro do limão ou batata. 5. Se desejar, você pode adicionar lâminas de metal entre os eletrodos e a polpa do limão/ batata para aumentar a superfície de contato e melhorar a condutividade. 6. Conecte os fios de cobre e zinco aos terminais da calculadora. Certifique-se de conectar o fio de cobre ao terminal positivo e o fio de zinco ao terminal negativo. 7. Após fazer as conexões, aguarde alguns segundos para que a reação eletroquímica ocorra e gere energia suficiente para acionar a calculadora. Se necessário, pressione o botão de ligar da calculadora.

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Cada grupo assumiu a responsabilidade de construir uma pilha utilizando limões ou batatas, com o intuito de demonstrar que é possível utilizar o fluxo de elétrons gerado por reações químicas para fazer um dispositivo, como uma calculadora digital, funcionar.

Essa atividade experimental foi realizada no laboratório da escola e teve uma duração de 50 minutos. Durante esse tempo, os educandos puderam colocar em prática os conceitos teóricos aprendidos sobre Eletroquímica, como, por exemplo, a espontaneidade das reações redox envolvidas nos experimentos. Ao realizar a montagem das pilhas, eles foram incentivados a refletir sobre os conceitos químicos envolvidos e a buscar informações adicionais para compreender melhor o funcionamento das pilhas. Durante a atividade, os educandos interagiram entre si, trocaram ideias e compartilharam suas percepções sobre os resultados obtidos.

Na figura 7 ilustramos duas pilhas produzidos pelos grupos de estudantes durante a realização da atividade experimental.

Figura 7 – Pilhas produzidas na atividade experimental



Fonte: Registro do autor (2023).

A montagem do circuito visando a ativação da calculadora proporcionou uma experiência estimulante e desafiadora para os educandos. Durante o processo, os estudantes demonstraram engajamento e cooperação em equipe, dedicando esforços para alcançar o objetivo de gerar energia e ativar o dispositivo. Embora todos tenham seguido as orientações experimentais fornecidas pelo professor pesquisador, alguns grupos encontraram dificuldades. Essa dinâmica gerou uma atmosfera competitiva, na qual a conquista bem-sucedida de um grupo ao ativar a calculadora se converteu em um momento de alegria e diversão compartilhadas.

A atividade experimental promoveu conflitos cognitivos e possibilitou que os educandos compreendessem os conceitos da Eletroquímica abordados na produção da pilha. Adicionalmente, ao trabalharem em grupos, os estudantes puderam trocar conhecimentos, ideias e experiências, além de desenvolver habilidades experimentais e a capacidade de buscar informações para solucionar problemas. Adicionalmente, a atividade experimental permitiu aos estudantes observar na prática como reações eletroquímicas podem ser utilizadas para a produção de energia.

Durante a realização da atividade experimental, os educandos em grupos, foram solicitados a responderem a situação-problema 4 relacionada ao processo redox. No quadro 27, descrevemos a situação-problema 4 e as questões norteadoras a serem respondidas.

Quadro 27 – Situação-problema 4 (SP4) e as questões norteadoras

Situação-problema e as questões norteadoras
<p>Durante uma prova de Química, um estudante se depara com cálculos complexos que requerem o uso de uma calculadora para serem resolvidos. Infelizmente, ao chegar ao final da prova, a pilha da calculadora acaba e não há pilhas disponíveis para substituição. Diante desse contratempo, o estudante procura ajuda do professor para encontrar uma solução. O professor sugere que o aluno monte uma pilha caseira usando alguns materiais, a fim de utilizar como fonte de energia para a calculadora e concluir as últimas questões da prova. Agora, o estudante enfrenta o desafio de construir uma pilha funcional de forma improvisada, buscando aplicar seus conhecimentos da eletroquímica para solucionar o problema e garantir que possa finalizar a prova com sucesso.</p>
<p>1. Qual espécie química está sofrendo o processo de oxidação e redução? Como podemos identificar essas espécies com base nas mudanças em suas cargas ou números de oxidação?</p> <p>2. Quais fenômenos ocorrem no cátodo e no ânodo durante o funcionamento da pilha com limões/ batata? Como esses fenômenos estão relacionados à oxidação e redução das espécies químicas envolvidas?</p> <p>3. Como podemos determinar a polaridade dos eletrodos na pilha de limões? Qual eletrodo é o cátodo e qual é o ânodo? O que isso nos diz sobre os processos de oxidação e redução que ocorrem em cada eletrodo?</p>

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

A atividade de responder às questões norteadoras da situação-problema 4 contribuiu na consolidação dos conceitos discutidos em sala de aula, incentivando os educandos a refletirem sobre os fundamentos das reações redox. O quadro 28 transcrevemos as respostas dos grupos dos educandos.

Quadro 28 – Respostas dos educandos para a situação-problema 4

Respostas das questões norteadoras – Atividade Experimental
<p>Questão 1</p> <p>Grupo 1 – “A espécie química que sofreu a oxidação foi o parafuso, enquanto a espécie química reduzida é a moeda. Podemos identificar essas espécies com base nas mudanças em suas cargas ou números de oxidação. No caso do zinco, que pode ser o parafuso, ele perde elétrons e sua carga aumenta de zero para +2, tornando-se íons Zn^{2+}. Já o cobre, a moeda, ganha elétrons e sua carga diminui de zero para -2, transformando-se em íons Cu^{2+}.”</p> <p>Grupo 2 – “O clipe utilizado no experimento vai oxidar, pois perde elétrons e sofre oxidação, enquanto a espécie química que vai reduzir será a moeda, que ganha elétrons e passa pelo processo de redução. Podemos identificar essas espécies observando as mudanças em suas cargas ou números de oxidação. O zinco, ao perder elétrons, aumenta sua carga de zero para +2, enquanto o cobre, ao ganhar elétrons, reduz sua carga de zero para -2”.</p> <p>Grupo 3 – “Ao realizar o experimento com o parafuso e a moeda, observamos que o parafuso é oxidado e a moeda é reduzida. A oxidação ocorre quando uma espécie química perde elétrons, e a redução ocorre quando uma espécie química ganha elétrons. No caso do parafuso que está representando o Zinco, ele perde dois elétrons e é convertido em íons Zn^{2+}, enquanto a moeda que está representando o cobre ganha esses dois elétrons e se transforma em íons Cu^{2+}. Essas mudanças nas cargas das espécies químicas refletem as alterações nos números de oxidação, indicando o processo de oxidação e redução”.</p> <p>Grupo 4 – “No contexto do experimento o zinco estava sendo representado pelo parafuso e o cobre pela moeda, a espécie química oxidada foi o zinco, que perde elétrons e sofre oxidação. Por sua vez, a espécie química reduzida foi o cobre, que ganha esses elétrons e passa pelo processo de redução. Identificamos essas espécies com base nas mudanças em suas cargas ou números de oxidação. O zinco perde dois elétrons, resultando em íons Zn^{2+}, enquanto o cobre ganha esses dois elétrons, transformando-se em íons Cu^{2+}. Essas alterações nas cargas e números de oxidação são indicativas do fluxo de elétrons e do processo redox ocorrendo na pilha de zinco e cobre”.</p>
<p>Questões 2</p> <p>Grupo 1 – “No cátodo, ocorre o fenômeno de redução, onde os elétrons provenientes do ânodo são recebidos</p>

pela espécie química presente no cátodo. No ânodo, ocorre fenômeno de oxidação, onde a espécie química perde elétrons para o circuito produzido. Esses fenômenos estão relacionados à transferência de elétrons entre as espécies químicas envolvidas, resultando em uma reação de oxidação-redução, como trabalhada em sala de aula”.

Grupo 2 – “Percebemos que no cátodo, ocorre a redução que foi a espécie representada pela moeda, onde a espécie química presente recebe elétrons, reduzindo sua carga. No ânodo, ocorre a oxidação, que foi a espécie representada pelo Clipe, onde a espécie química perde elétrons, aumentando sua carga. Esses fenômenos de oxidação e redução estão relacionados à transferência de elétrons entre as espécies químicas presentes nos eletrodos da pilha de batata”.

Grupo 3 – “Durante o funcionamento da pilha utilizando limões, ocorrem fenômenos distintos no cátodo e no ânodo. No cátodo, ocorre a redução, na qual a espécie química recebe elétrons, resultando em uma diminuição no número de oxidação da espécie química. Já no ânodo, ocorre a oxidação, onde a espécie química cede elétrons, levando um aumento no número de oxidação. Esses processos estão relacionados a transição de elétrons entre as espécies químicas nos eletrodos, manifestando uma reação redox que impulsiona a corrente elétrica na pilha de limões para a ativação da calculadora”.

Grupo 4 – “Ao desenvolver a pilha com limões, pode-se perceber que no cátodo, ocorre a redução, e o Nox diminui. Por outro lado, no ânodo, ocorre a oxidação, onde o Nox aumenta, sendo assim, ocorre uma reação onde alguém vai estar oxidando e outro reduzindo”.

Questão 3

Grupo 1 – “Para determinar a polaridade dos eletrodos na pilha feita por limões, observamos a reação que ocorre em cada eletrodo. O eletrodo onde ocorre a oxidação é o ânodo, e o eletrodo onde ocorre a redução é o cátodo. No caso da pilha de limões, como utilizamos fios de cobre conectados a uma moeda e outro conectado ao parafuso, percebemos que o parafuso é o ânodo e a moeda é o cátodo. Isso significa que a oxidação ocorre no parafuso e a redução acontece na moeda, como abordamos anteriormente”.

Grupo 2 – “Na pilha de batata, identificamos a polaridade dos eletrodos observando a direção do fluxo de elétrons. A espécie que estava oxidando chamamos de ânodo, e a espécie que estava reduzindo chamamos de cátodo”.

Grupo 3 – “Na atividade experimental da pilha de limões, podemos determinar a polaridade dos eletrodos observando a direção do fluxo de elétrons. O eletrodo pelo qual os elétrons fluem para a calculadora é o cátodo, enquanto o eletrodo pelo qual eles saem é o ânodo. Isso significa que o processo de oxidação ocorre no ânodo, onde os elétrons são liberados, e o processo de redução ocorre no cátodo, onde os elétrons são consumidos”.

Grupo 4 – “A determinação da polaridade dos eletrodos na pilha de limões pode ser realizada observando a reação de redução que ocorre em cada polo. O eletrodo onde ocorre a reação de redução é o cátodo que é o polo (+), enquanto o eletrodo onde ocorre a reação de oxidação é o ânodo que é o polo (-), isso indica que o processo de redução ocorre no cátodo, onde há consumo de elétrons, e o processo de oxidação ocorre no ânodo, onde ocorre a liberação de elétrons”

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

A partir da análise das respostas dos grupos para a primeira questão (Qual espécie química está sofrendo o processo de oxidação e redução? Como podemos identificar essas espécies com base nas mudanças em suas cargas ou números de oxidação?), podemos dizer que todos os grupos conseguiram identificar corretamente as espécies químicas que sofreram oxidação e redução durante o experimento, associando-as às mudanças em suas cargas ou números de oxidação. Foi destacado por eles que o parafuso (representando o zinco) foi oxidado ao perder elétrons, resultando em íons Zn^{2+} , enquanto a moeda (representando o cobre) foi reduzida ao ganhar esses elétrons, transformando-se em íons Cu^{2+} . Essas alterações nas cargas e números de oxidação evidenciaram o fluxo de elétrons e o processo redox que ocorreram na pilha de zinco e cobre.

Quanto a segunda questão (Quais fenômenos ocorrem no cátodo e no ânodo durante o funcionamento da pilha com limões/batata? Como esses fenômenos estão relacionados à oxidação e redução das espécies químicas envolvidas?), podemos dizer que os grupos de estudantes compreenderam os processos de oxidação e redução que ocorrem nas pilhas de limões e batatas. Os estudantes identificaram corretamente que, no cátodo, ocorre o fenômeno de redução, onde a espécie química presente recebe elétrons, resultando em uma diminuição no número de oxidação da espécie química, e que no ânodo, ocorre o fenômeno de oxidação, onde a espécie química perde elétrons, levando a um aumento no número de oxidação.

Na análise das respostas à questão 3 (Como podemos determinar a polaridade dos eletrodos na pilha de limões? Qual eletrodo é o cátodo e qual é o ânodo? O que isso nos diz sobre os processos de oxidação e redução que ocorrem em cada eletrodo?), percebemos que os grupos identificaram a polaridade dos eletrodos nas pilhas feitas com limões ou batatas, identificando o ânodo como o eletrodo onde ocorre a oxidação e o cátodo como o eletrodo onde ocorre a redução. Adicionalmente, para os grupos o parafuso foi identificado como o ânodo, onde ocorre a oxidação, e a moeda como o cátodo, onde ocorre a redução. Ainda de acordo com as respostas dos grupos para essa questão, eles determinaram a polaridade dos eletrodos a partir do fluxo de elétrons e responderam que o eletrodo pelo qual os elétrons fluem para a calculadora é o cátodo (+), enquanto o eletrodo pelo qual eles saem é o ânodo (-) e, portanto, o processo de oxidação ocorre no ânodo, onde os elétrons são liberados, e o processo de redução ocorre no cátodo, onde os elétrons são consumidos.

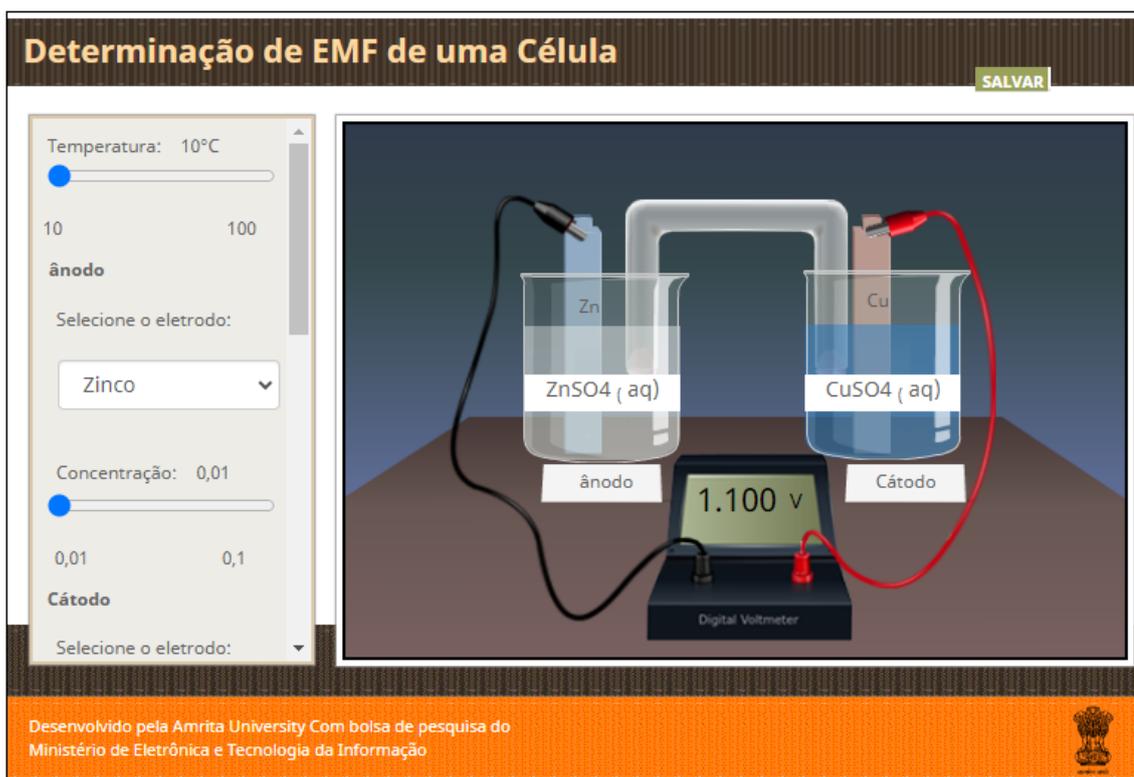
Quanto às respostas para a primeira, segunda e terceira questões, podemos considerá-las coerentes do ponto de vista científico, dado que em uma célula galvânica, a oxidação se desenrola em um dos eletrodos, no qual a espécie química perde elétrons para o eletrodo, e simultaneamente, a redução ocorre no outro eletrodo, onde a espécie química é reduzida ao receber elétrons do eletrodo (Atkins, 2006). Tais processos de oxidação e redução ocorrem de forma sincronizada, e a transferência de elétrons entre os eletrodos é o que resulta na geração da corrente elétrica na célula galvânica (Skoog, 2012).

Na atividade experimental proposta tomou-se por base a célula de Daniell. Nesta pilha, ao conectar dois eletrodos compostos por materiais distintos, o metal mais reativo cede seus elétrons aos cátions do metal menos reativo, em vez de transferi-los para seus próprios cátions em solução. À medida que a reação se desenrola, os elétrons são espontaneamente deslocados dos átomos de zinco em direção aos íons Cu^{2+} presentes na solução. Esses elétrons têm o papel de reduzir os íons Cu^{2+} a átomos de cobre, os quais se unem à superfície do zinco ou se

precipitam formando um depósito sólido no recipiente. Simultaneamente, a quantidade de zinco diminui gradualmente conforme seus átomos doam elétrons e se transformam em íons Zn^{2+} , que se dissolvem na solução, criando vazios na estrutura da placa de zinco. Esse movimento de elétrons entre diferentes espécies é o que caracteriza o fenômeno que chamamos de corrente elétrica (Skoog et al., 2008).

Após as respostas dos grupos às questões da situação-problema 4, eles participaram de uma atividade experimental por simulação com o uso de software - Determination of EMF of a Cell (Determinação de EMF de uma Célula), fornecido pela OLABS (figura 8). O objetivo dessa atividade experimental por simulação foi o de contribuir para os estudantes explorassem os conceitos aprendidos nas atividades anteriores.

Figura 8 - Simulação da Determinação de EMF de uma Célula



Fonte: OLABS - olabs.edu.in (2023).

Nessa atividade, os educandos foram divididos em duplas e puderam utilizar o laboratório móvel fornecido pela escola para explorar o software de simulação "Determinação de EMF de uma Célula". O objetivo da atividade foi simular a força eletromotriz (EMF) de uma

célula eletrolítica, especificamente a variação do potencial da célula $\text{Zn} \mid \text{Zn}^{2+} \parallel \text{Cu}^{2+} \mid \text{Cu}$ em relação à concentração de eletrólitos (CuSO_4 e ZnSO_4) em temperatura ambiente.

A escolha pelo uso desse software considerou a limitação do laboratório físico escola que não disponibilizou os reagentes necessários para a realização do experimento. Portanto, a simulação por meio do software se tornou uma alternativa viável para os estudantes explorarem o conceito de variação do potencial da célula eletrolítica em diferentes condições.

Com o uso do software, os educandos puderam investigar e analisar como as concentrações dos eletrólitos afetam o potencial da célula, permitindo que compreendessem a relação entre a composição da solução e o comportamento eletroquímico da célula. Essa simulação é relevante, pois ofereceu aos estudantes a oportunidade de relacionar conceitos teóricos em um contexto prático virtual.

Em síntese, pode-se observar que essa atividade proporcionou aos educandos uma experiência interativa, permitindo que eles manipulassem variáveis e observassem os efeitos na EMF da célula. Essa simulação contribuiu para a compreensão de conceitos de Eletroquímica, especialmente em relação aos processos eletroquímicos que ocorrem nas células eletrolíticas.

Após a realização da atividade experimental por simulação, os educandos foram orientados a responder uma lista de questões (APÊNDICE F) relacionadas aos conceitos da Eletroquímica. Essa etapa teve o objetivo de prepará-los para compreender como os exames externos, como o ENEM e o SSA II, abordam esses conceitos em suas provas.

Dessa forma, os educandos puderam revisar os tópicos estudados, consolidar seu conhecimento e aplicá-los em diferentes contextos, além de se familiarizarem com o formato e o tipo de questões que podem ser encontradas em tais avaliações.

Além disso, durante a resolução das questões relacionadas à Eletroquímica, os educandos receberam dicas sobre como se sair bem no ENEM e no SSA, com foco específico na prova de Química. As orientações incluíram estratégias de estudo, áreas de foco prioritário para maximizar o desempenho na avaliação, abordagem eficaz para responder às questões e técnicas de gerenciamento de tempo durante as provas.

As questões formuladas visaram promover uma compreensão sobre diferentes aspectos da Eletroquímica. A primeira questão abordou a condutibilidade elétrica de soluções e a identificação das espécies capazes de gerar energia. A segunda, por meio de uma situação-problema, buscou relacionar a condutibilidade elétrica de soluções com reações químicas específicas. A terceira questão explorou a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível. A quarta e quinta questões focaram em verificar as espécies que se comportam

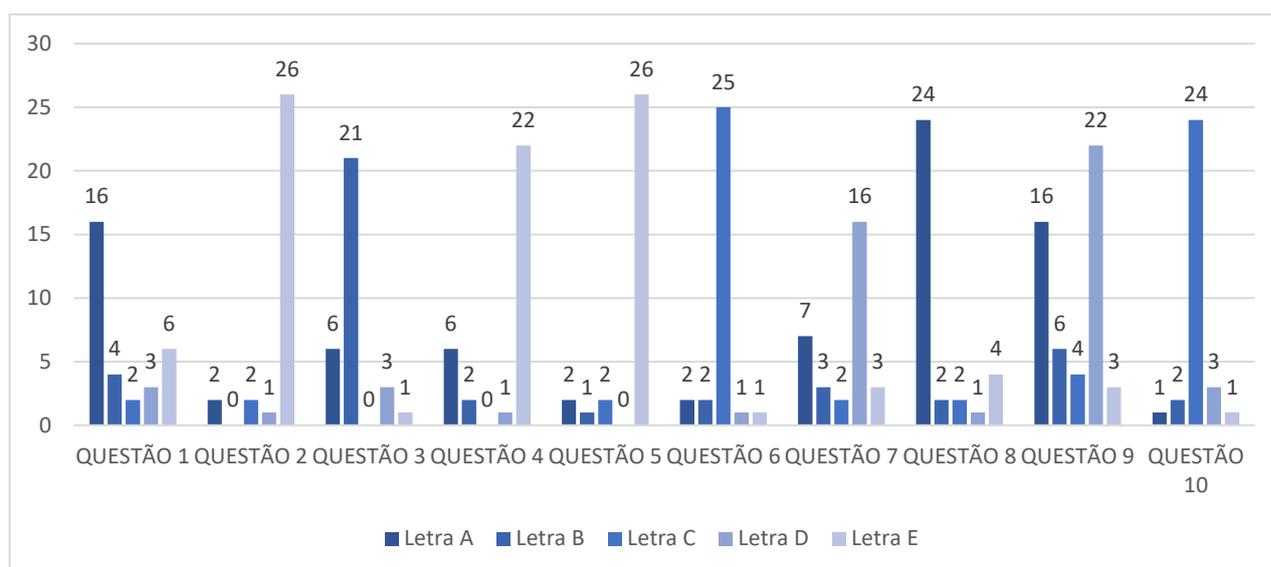
como cátodo e ânodo, respectivamente. A sexta questão abordou o processo de oxirredução, enquanto a sétima discutiu os fenômenos de oxidação e redução. A oitava questionou sobre a célula eletroquímica (pilha) e os potenciais de redução das semirreações. A nona explorou a compreensão da célula galvânica, e a décima envolveu a ativação de um circuito por meio de uma atividade experimental, aplicando os conceitos discutidos. O conjunto dessas questões buscaram aprofundar o entendimento dos educandos sobre a Eletroquímica, abrangendo diversos tópicos de maneira integrada.

A partir das análises das respostas dos educandos às questões, podemos dizer que os resultados foram variados, refletindo diferentes níveis de compreensão e domínio dos conceitos abordados.

Nesse sentido, 51% acertou a questão 1, 83% acertou a questão 2, 67% acertou a questão 3, 70% acertou a questão 4, 83% acertou a questão 5, 80% acertou a questão 6, 51% acertou a questão 7, 77% acertou a questão 8, 70% acertou a questão 9, e 77% dos educandos acertaram a questão 10.

O gráfico 2 apresentamos a quantidade de estudantes que acertaram as respectivas questões.

Gráfico 2 – Resposta dos educandos a partir da aplicação da lista de exercício



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Os dados apresentados no gráfico 2 indica que, embora a maioria dos educandos tenha apresentado um bom desempenho na resolução das questões, ainda existem alguns pontos que podem ser aprimorados. Nesse sentido, é essencial continuar incentivando a participação ativa

dos estudantes em atividades práticas, discussões em grupo e resolução de problemas para que eles possam desenvolver uma compreensão mais aprofundada dos conceitos e alcançar um desempenho ainda melhor nas avaliações futuras.

Em síntese, o desenvolvimento do momento pedagógico Organização do Conhecimento utilizou de diferentes atividades e recursos o que pode ter possibilitado aos estudantes uma compreensão ampla do Tema Gerador O descarte inadequado do lixo eletrônico em suas dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais.

No cumprimento do quarto objetivo específico desta pesquisa, que consiste em analisar a evolução das compreensões dos estudantes em relação aos conceitos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica, constatamos que houve um avanço significativo na compreensão desses conceitos por parte dos estudantes. Este avanço foi percebido nas respostas fornecidas por eles tanto às questões relacionadas à charge quanto às situações-problema 3 e 4, bem como nas questões da lista de exercícios.

3.5.3 Aplicação do conhecimento (AC)

Nesse terceiro momento pedagógico, a Aplicação do conhecimento, buscamos promover aos educandos a abordagem sistemática dos conteúdos aprendidos para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (Angotti, 2015).

Esse momento foi iniciado com a socialização dos resultados das entrevistas realizadas pelos educandos. Vale lembrar que no momento da Problematização Inicial, os estudantes foram organizados em cinco grupos e receberam a tarefa de entrevistar profissionais que trabalham com dispositivos eletrônicos, especialmente com pilhas e baterias.

O objetivo dessa atividade de socialização foi compreender a concepção desses profissionais sobre o lixo eletrônico e seu descarte. Os educandos socializaram os resultados das entrevistas na forma de seminário.

O quadro 29 apresentamos as perguntas da entrevista e as respostas dos entrevistados.

Quadro 29 - Respostas dos entrevistados sobre o tema gerador

Questões da Entrevista	Resposta do entrevistado
1. Qual é o seu entendimento sobre o termo "lixo eletrônico"?	Entrevistado 1 – <i>“Lixo eletrônico são equipamentos eletrônicos descartados, como celulares, computadores e outros dispositivos</i>

	<p><i>eletrônicos que não têm mais utilidade. São aparelhos obsoletos ou quebrados que as pessoas descartam de forma inadequada”.</i></p> <p>Entrevistado 2 – “<i>Na minha compreensão, o lixo eletrônico é resíduo proveniente de aparelhos eletrônicos que foram descartados e não servem mais”.</i></p> <p>Entrevistador 3 – “<i>São lixos que não servem mais, e tem que levar para o processo de reciclagem, para fazer uma reutilização”.</i></p> <p>Entrevistador 4 – “<i>Lixo eletrônico são resíduos resultantes de dispositivos eletrônicos, que podem conter substâncias tóxicas e metais pesados. O descarte inadequado pode gerar sérios problemas ambientais e de saúde”.</i></p> <p>Entrevistado 5 – “<i>Bem, para mim, lixo eletrônico são todos aqueles aparelhos eletrônicos velhos ou quebrados que as pessoas jogam fora. Eu acho que não é bom descartar essas coisas no lixo comum, mas não tenho certeza de como fazer o descarte correto”.</i></p>
<p>2. Você tem conhecimento sobre os impactos ambientais e à saúde associados ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos? Poderia compartilhar alguns exemplos?</p>	<p>Entrevistador 1 – “<i>Sim, tenho conhecimento sobre esse assunto. O descarte inadequado de resíduos eletrônicos pode resultar em contaminação do solo e da água por metais pesados, sendo assim, acaba prejudicando à nossa saúde”.</i></p> <p>Entrevistador 2 – “<i>Não muito, mas sei que o descarte incorreto pode prejudicar a nossa saúde”.</i></p> <p>Entrevistador 3 – “<i>Sei que o descarte incorreto prejudica o meio ambiente a nós mesmos, trazendo danos à saúde”.</i></p> <p>Entrevistador 4 – “<i>muitos dos materiais utilizados em aparelhos eletrônicos contêm substâncias químicas perigosas, que são persistentes no ambiente e podem se acumular na cadeia alimentar, causando danos à fauna e flora”.</i></p> <p>Entrevistador 5 – “<i>já ouvi falar que o lixo eletrônico pode ser prejudicial, mas não sei dar exemplos de doença”.</i></p>
<p>3. Como você costuma descartar seus aparelhos eletrônicos quando não os utiliza mais?</p>	<p>Entrevistador 1 – “<i>Como profissional da área, sempre procuro encaminhar meus aparelhos eletrônicos para reciclagem. Em minha empresa, temos um programa de coleta de eletrônicos usados, onde os dispositivos são encaminhados para empresas especializadas de reciclagem lá em Recife, consigo levar em cada dois meses dependendo do movimento da loja”.</i></p> <p>Entrevistador 2 – “<i>Aqui na loja tem uma caixa que é armazenado as peças que não presta mais dos aparelhos de celular, e quando essa caixinha está cheia, o dono da loja leva pra um ponto de reciclagem em Recife”.</i></p> <p>Entrevistador 3 – “<i>Quando tem algum aparelho eletrônico lá em casa, a gente sinaliza ao cara do lixo, ele passa pega e não sei pra onde vai, realmente, não sei se aqui na cidade de ponto de coleta, acredito que não”.</i></p> <p>Entrevistador 4 – “<i>Aqui no colégio temos uma parceria com a reecycle, sempre que temos uma demanda grande de lixo eletrônico, sinalizamos para realizarem a coleta”.</i></p> <p>Entrevistador 5 – “<i>Eu confesso que, até o momento, não sei bem como descartar os eletrônicos. Normalmente, eu acabava descartando junto com o lixo comum, quando vejo que não serve mais para ser reciclado. Como eu trabalho com reciclagem de plástico e papelão, o cara que compra essa reciclagem não aceita as coisas de ferro, teve uma vez que peguei uma geladeira no lixo, pensei que ele iria comprar caro, mais nem comprou leve pra um lugar que recicla”</i></p>
<p>4. Você já teve alguma experiência de descarte inadequado de lixo eletrônico? Se sim, poderia contar um pouco sobre essa experiência?</p>	<p>Entrevistador 1 – “<i>Já sim, antes de ter conhecimento dos impactos, costumava jogar no lixo comum”.</i></p> <p>Entrevistador 2 – “<i>Eu já, joguei muitas pilhas no lixo comum”.</i></p>

	<p>Entrevistador 3 – “Até hoje, não sei onde descartar de forma correta esses lixos eletrônicos, sendo assim, acabo muitas vezes jogando no lixo comum, as coisas que para mim não presta mais”.</p> <p>Entrevistador 4 – “Não me recordo de ter descartado algum lixo eletrônico de forma incorreta”.</p> <p>Entrevistador 5 – “Já sim, eu ainda faço isso, pois não tenho muito conhecimento como vocês”.</p>
<p>5. Na sua opinião, quais são os principais desafios enfrentados para o descarte correto de resíduos eletrônicos?</p>	<p>Entrevistador 1 – “Um dos principais desafios é a falta de informação e conscientização da população em geral sobre a importância do descarte correto”.</p> <p>Entrevistador 2 – “Eu acredito que a falta de incentivos para o descarte correto também é um problema. Às vezes, as pessoas não veem vantagem em reciclar seus eletrônicos e preferem apenas se livrar deles de qualquer jeito”.</p> <p>Entrevistador 3 – “Eu acredito que a falta de pontos de coleta adequados é um grande problema. Às vezes, queremos fazer a coisa certa, mas não sabemos onde levar os eletrônicos para que sejam reciclados de forma segura”.</p> <p>Entrevistador 4 – “O descarte correto de resíduos eletrônicos enfrenta desafios significativos, incluindo a conscientização sobre seus impactos ambientais e de saúde, a falta de infraestrutura e pontos de coleta adequados, a logística de recolhimento eficiente, a necessidade de incentivos e regulamentações”.</p> <p>Entrevistador 5 – “Acredito que a falta de incentivos financeiros para a reciclagem também é um obstáculo”.</p>
<p>6. Você está ciente da existência de pontos de coleta específicos para o descarte de lixo eletrônico na sua região? Utiliza esses pontos de coleta?</p>	<p>Entrevistador 1 – “Sim, estou ciente da existência desses pontos de coleta e faço uso deles sempre que preciso descartar algum aparelho eletrônico”.</p> <p>Entrevistador 2 – “Sei que existe pontos de coleta em Recife, aqui na cidade não sei, quando tenho algum eletrônico para descartar, trago aqui pra a loja, pois sei que daqui ele vai ser direcionado para algum ponto de coleta”.</p> <p>Entrevistador 3 – “Não, não sei se aqui na cidade tem algum ponto de coleta”.</p> <p>Entrevistador 4 – “Sim, sei que existem esses pontos de coleta, como disse anteriormente, aqui na escola temos essa parceria e preocupação como o descarte inadequado”.</p> <p>Entrevistador 5 – “Confesso que não tenho muita informação sobre esses pontos de coleta”.</p>
<p>7. Quais são as suas percepções sobre a importância da reciclagem de lixo eletrônico? Por que você acha importante dar um destino adequado a esses resíduos?</p>	<p>Entrevistador 1 – “A reciclagem de lixo eletrônico é de extrema importância, pois esses materiais contêm substâncias tóxicas que podem causar danos à saúde”.</p> <p>Entrevistador 2 – “Vejo que é necessário, a reciclagem do lixo eletrônico pois evitar a contaminação do meio ambiente”.</p> <p>Entrevistador 3 – “Acredito que a reciclagem pode ajudar a reutilizar os materiais presentes nos aparelhos eletrônicos”.</p> <p>Entrevistador 4 – “Reciclagem de lixo eletrônico é crucial para reduzir o impacto ambiental causado por esses resíduos. Além disso, é uma forma de conscientização sobre a importância de adotarmos práticas mais sustentáveis em relação ao consumo de eletrônicos”.</p> <p>Entrevistador 5 – “Não tenho ideia do que esses materiais podem causar, mas acho necessário ter algum responsável pra coletar”.</p>
<p>8. Quais medidas você acredita que poderiam ser adotadas para aumentar a conscientização sobre o descarte correto de lixo eletrônico na sociedade?</p>	<p>Entrevistador 1 – “Acredito que, uma medida importante seria a realização de campanhas de conscientização em escolas, empresas e comunidades, explicando os impactos ambientais do descarte inadequado e incentivando a reciclagem”.</p> <p>Entrevistador 2 – “Acredito que é importante promover eventos e palestras em comunidades”.</p>

	<p>Entrevistador 3 – <i>“Acho que seria relevante envolver empresas e fabricantes de eletrônicos nesse processo, pois eles podem ter um papel importante na conscientização dos consumidores, fornecendo informações claras sobre como descartar corretamente os produtos que produzem”.</i></p> <p>Entrevistador 4 – <i>“Acredito que a mídia também desempenha um papel relevante na conscientização. As emissoras de TV, rádios e redes sociais poderiam veicular campanhas e programas informativos sobre o descarte correto de lixo eletrônico, de forma a atingir um público mais amplo e diversificado”.</i></p> <p>Entrevistador 5 – <i>“Acho que reuniões deixaria a gente mais consciente”.</i></p>
--	--

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

O grupo 1, entrevistou um Técnico em Informática (Entrevistado 1) e a partir de suas respostas, podemos dizer que ele compreende o lixo eletrônico como sendo equipamentos eletrônicos descartados, como celulares e computadores, que não têm mais utilidade. Ele reconhece a importância do descarte adequado, pois menciona que o descarte inadequado pode resultar em contaminação do solo e da água por metais pesados, prejudicando a saúde. Esse entrevistado demonstra ter conhecimento dos impactos ambientais e à saúde associados ao lixo eletrônico. Quanto ao descarte de seus próprios aparelhos eletrônicos, o Entrevistado 1 é proativo em relação à reciclagem, como profissional da área, ele encaminha seus aparelhos eletrônicos para reciclagem e possui um programa de coleta de eletrônicos usados em sua empresa, o que pode indicar um comportamento responsável e consciente em relação ao descarte adequado do lixo eletrônico.

Ao abordar os desafios enfrentados para o descarte correto de resíduos eletrônicos, o Entrevistado 1 aponta a falta de informação e conscientização da população. Além disso, menciona a necessidade de incentivos e regulamentações para promover a reciclagem. Sua visão parece refletir uma preocupação com o impacto ambiental e a saúde pública. Em relação aos pontos de coleta específicos para o descarte de lixo eletrônico, o Entrevistado 1 está ciente de sua existência e os utiliza regularmente. Ele destaca que a parceria com uma empresa de reciclagem é uma forma de garantir o destino adequado dos resíduos eletrônicos coletados em sua empresa. Por fim, o Entrevistado 1 enfatiza a importância da reciclagem de lixo eletrônico para reduzir o impacto ambiental e ressalta que esse processo é crucial para evitar danos à saúde. Sua fala demonstra uma compreensão clara dos desafios e da relevância da reciclagem de lixo eletrônico, bem como ações concretas para contribuir com essa prática sustentável.

O grupo 2, entrevistou um técnico em manutenção de celular (Entrevistado 2), A partir de suas respostas à entrevista, podemos dizer que ele expressou sua compreensão sobre o termo

lixo eletrônico, caracterizando-o como resíduos provenientes de aparelhos eletrônicos descartados que não têm mais utilidade. O Entrevistado 2 mencionou ter conhecimento limitado sobre os impactos ambientais e à saúde associados ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos. Quanto ao descarte de aparelhos eletrônicos, o entrevistado relatou que na loja onde trabalha, há uma caixa específica para armazenar peças que não são mais utilizáveis, e quando essa caixa fica cheia, o proprietário da loja a encaminha para um ponto de reciclagem em Recife. O Entrevistado 2 evidencia a necessidade de mais informações e conscientização sobre o descarte correto de lixo eletrônico, apontando que mesmo profissionais envolvidos em atividades de reciclagem podem enfrentar dificuldades para realizar o descarte adequado desses resíduos. Suas respostas destacam a importância de campanhas de conscientização direcionadas a diferentes segmentos da sociedade, incluindo empresas e trabalhadores da área de reciclagem, para promover práticas mais sustentáveis e reduzir os impactos negativos do lixo eletrônico no meio ambiente. Sua experiência profissional o levou a adotar medidas conscientes de descarte adequado em sua loja, mas ele reconhece a necessidade de maior conscientização e incentivos para a população em geral.

O grupo 3, entrevistou um vendedor de eletrodoméstico (Entrevistado 3). De acordo com suas respostas à entrevista, podemos dizer que para ele o lixo eletrônico consiste em aparelhos eletrônicos que não possuem mais utilidade e que, por falta de conhecimento sobre o descarte adequado, muitas vezes acabam descartados lixo comum. Ao mencionar a importância da reciclagem de lixo eletrônico, ele reconhece que essa prática é fundamental para a reutilização dos materiais presentes nos aparelhos e para evitar a contaminação do meio ambiente por substâncias tóxicas presentes nesses dispositivos. Além disso, o Entrevistado 3 expressa sua preocupação com a falta de pontos de coleta específicos para o descarte de lixo eletrônico em sua região. Ele ressalta a relevância de contar com locais apropriados para facilitar o descarte correto e seguro desses resíduos e destaca a importância de envolver empresas e fabricantes de eletrônicos nesse processo, a fim de que possam fornecer informações claras sobre como descartar adequadamente seus produtos.

O grupo 4, entrevistou um professor (Entrevistado 4). A partir de suas respostas podemos dizer que para ele o lixo eletrônico são resíduos provenientes de dispositivos eletrônicos que contêm substâncias químicas perigosas e metais pesados. Ele reconheceu que o descarte inadequado desses resíduos pode causar danos ambientais significativos e afetar negativamente a fauna e flora. O Entrevistado 4 destacou a importância de medidas de conscientização e da reciclagem do lixo eletrônico como forma de reduzir o impacto ambiental

causado por esses resíduos, e mencionou que a falta de informação sobre o descarte correto é um dos principais desafios enfrentados nessa questão. Esse entrevistado revelou a existência de uma parceria na escola em que trabalha, onde há preocupação com o descarte inadequado de resíduos eletrônicos. Por fim, o entrevistado apontou que a mídia pode desempenhar um papel relevante na conscientização da população sobre o descarte correto de lixo eletrônico, ampliando o alcance das informações e incentivando práticas mais sustentáveis. Suas respostas reforçam a necessidade de envolvimento de diferentes setores da sociedade para enfrentar os desafios relacionados ao descarte adequado de lixo eletrônico e promover uma maior conscientização sobre o tema.

O quinto e último grupo, entrevistou uma pessoa que trabalha com reciclagem (Entrevistado 5). Em suas respostas, ele expressou suas concepções sobre lixo eletrônico destacando que se trata de aparelhos eletrônicos velhos ou quebrados que as pessoas jogam fora. Embora reconheça a importância de não descartar esses materiais no lixo comum, ele admite não possuir conhecimento suficiente sobre como fazer o descarte correto desses resíduos. Quando questionado sobre a existência de pontos de coleta específicos para o lixo eletrônico em sua região, o Entrevistado 5 revelou não ter muita informação a esse respeito. Além disso, sua percepção sobre os impactos ambientais e à saúde associados ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos foi limitada, evidenciando a necessidade de maior conscientização sobre esse tema. Adicionalmente, ele mencionou ter descartado lixo eletrônico de forma inadequada anteriormente, ressaltando a falta de conhecimento como fator determinante para essa prática, e que costuma descartar os eletrônicos o lixo comum por não saber o que fazer. Apesar de reconhecer a importância da reciclagem de lixo eletrônico, o Entrevistado 5 não tinha clareza sobre os riscos desses materiais e os benefícios da reciclagem. Ele sugere a existência de um responsável para coletar esses resíduos, indicando que há espaço para aprimorar a conscientização nessa área. Em síntese, o Entrevistado 5 evidencia a falta de informação sobre o descarte correto de lixo eletrônico e destaca a necessidade de campanhas educativas para aumentar a conscientização sobre esse tema, a fim de promover práticas mais sustentáveis na sociedade.

Em síntese, podemos perceber, a partir das respostas dos entrevistados, que a comunidade é carente em informação em relação ao descarte correto do lixo eletrônico. A falta de conhecimento sobre o descarte foi evidente. Além disso, poucos estavam cientes da existência de pontos de coleta específicos para o lixo eletrônico em sua região. Nesse contexto, torna-se crucial promover ações de conscientização e educação ambiental que alcancem toda a

comunidade. Campanhas educativas, palestras, workshops e atividades de sensibilização podem contribuir na disseminação de informações sobre os impactos negativos do descarte inadequado de lixo eletrônico e sobre a importância da reciclagem desses materiais.

Após esse momento de socialização dos resultados das entrevistas, os educandos participaram de uma dinâmica envolvendo a metodologia de rotação por estação (Bacich, 2016). O objetivo foi proporcionar uma experiência mais dinâmica e abrangente, permitindo que os educandos explorassem diversos aspectos do tema em questão e desenvolvessem uma compreensão mais ampla. A atividade foi dividida em 4 estações, cada uma abordando um aspecto específico do lixo eletrônico. Cada estação teve uma atividade diferente e foi conduzida pelo professor pesquisador.

A estação 1, teve como foco o diálogo sobre "Consequências ambientais e à saúde" relacionadas ao descarte inadequado de lixo eletrônico, explorando as dimensões da abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente).

O professor pesquisador iniciou a estação 1 com uma breve introdução, destacando a importância do tema e como os resíduos eletrônicos podem afetar negativamente o meio ambiente e a saúde humana. Durante essa estação, foram apresentados dados e informações sobre os materiais tóxicos presentes nos aparelhos eletrônicos e como essas substâncias podem contaminar o solo, a água e os alimentos, resultando em sérios impactos ambientais. Além disso, discutiu-se como a exposição a essas substâncias tóxicas pode afetar a saúde das pessoas, provocando problemas respiratórios, distúrbios neurológicos e outras condições de saúde preocupantes.

Para enriquecer a discussão foram apresentados casos reais, nos quais o descarte inadequado de lixo eletrônico causou danos significativos ao meio ambiente e à saúde das comunidades locais. Os participantes foram incentivados a refletir sobre como a ciência e a tecnologia desempenham um papel importante na produção e no descarte de aparelhos eletrônicos, e como os avanços tecnológicos apresentam desafios socioambientais. Ao abordar nessa estação as dimensões da abordagem CTSA, os educandos puderam compreender de forma mais ampla e contextualizada a importância do descarte adequado de lixo eletrônico e como as decisões tecnológicas podem impactar o meio ambiente e a saúde das pessoas. Isso promoveu uma reflexão mais crítica e consciente sobre a temática, levando-os a considerar soluções mais sustentáveis e responsáveis para lidar com o lixo eletrônico no futuro.

Na estação 2, o foco foi o diálogo sobre "Reciclagem e reaproveitamento" do lixo eletrônico. O professor pesquisador introduziu a importância da reciclagem como uma medida

para reduzir o impacto ambiental e evitar o desperdício de recursos naturais. Para tornar a discussão mais prática e visual, diversos aparelhos eletrônicos desmontados foram colocados em uma mesa, exibindo os diferentes materiais presentes, como plásticos, metais e circuitos eletrônicos.

Enquanto os educandos exploravam os componentes dos aparelhos, um vídeo demonstrativo intitulado *Reciclagem do lixo eletrônico* (Disponível em: <https://bit.ly/3QUbfLJ>) estava sendo exibido no computador. No vídeo é abordada a fabricação de equipamentos eletrônicos que dependem da extração de recursos naturais, resultando em um efeito cumulativo no meio ambiente. Ele traz a questão do descarte inadequado desses equipamentos, destacando os perigos da contaminação do solo por metais pesados. Além disso, ressalta a importância de praticar a cidadania ao descartar esses produtos de forma adequada, enfatizando a responsabilidade de cada indivíduo na preservação do meio ambiente. A proposta do uso deste vídeo era sensibilizar os educandos sobre a complexidade dos aparelhos eletrônicos e como a reciclagem é fundamental para evitar a contaminação ambiental por componentes tóxicos presentes nesses dispositivos.

Durante esse momento, os educandos foram estimulados a socializar suas ideias e descobertas, compartilhando as possibilidades de reciclagem e reaproveitamento de materiais eletrônicos. Foi enfatizada a importância de separar corretamente os diversos componentes dos eletrônicos, visando facilitar o processo de reciclagem e reduzir o desperdício de recursos naturais. Ao final dessa estação, os educandos compreenderam melhor como a reciclagem de lixo eletrônico pode contribuir para a preservação do meio ambiente e como o reaproveitamento de materiais pode evitar o esgotamento de recursos naturais escassos. A atividade prática e a exibição do vídeo serviram como uma forma concreta de sensibilização dos educandos sobre a importância de tomar medidas responsáveis em relação ao descarte de resíduos eletrônicos, estimulando-os a repensar suas ações cotidianas e promovendo uma maior conscientização sobre a relevância da reciclagem nesse contexto.

Na estação 3, o professor pesquisador focou na discussão sobre "Legislação e responsabilidade socioambiental" relacionadas ao descarte de lixo eletrônico. Ele apresentou aos educandos informações sobre a legislação vigente, destacando a importância da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e a Resolução CONAMA nº 401/2008. Essas leis regulam o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, incluindo o lixo eletrônico, e estabelecem responsabilidades para empresas, governos e consumidores nesse processo. Durante essa estação, foram mencionados exemplos de cidades que adotaram políticas de

logística reversa. Nessa política, as empresas são responsáveis por coletar e dar destino adequado aos produtos descartados pelos consumidores, buscando a sustentabilidade e a responsabilidade pelo ciclo de vida de seus produtos.

Para complementar o conhecimento dos educandos, eles foram convidados a lerem um informativo sobre a importância da responsabilidade socioambiental na gestão do lixo eletrônico. Nesse informativo, são destacadas medidas que podem ser tomadas para incentivar as empresas a adotarem práticas mais sustentáveis, visando à redução dos impactos ambientais do descarte inadequado de resíduos eletrônicos. Dessa forma, a estação 3 proporcionou uma reflexão sobre a relevância da legislação e da responsabilidade socioambiental diante do lixo eletrônico, sensibilizando os educandos sobre a necessidade de um engajamento coletivo para promover a conscientização e a adoção de práticas mais sustentáveis na gestão desses resíduos.

Na quarta e última estação, o professor pesquisador abordou o tema "Mobilização e conscientização da comunidade" e enfatizou a importância da participação ativa dos educandos para conscientizar as pessoas sobre o descarte correto de lixo eletrônico. Para envolver os educandos nesse processo, eles foram divididos em grupos e convidados a realizar um brainstorming de ideias para campanhas de conscientização sobre o tema. Durante essa atividade, os grupos pensaram em diversas estratégias criativas, como a criação de vídeos, cartazes, infográficos e a organização de eventos comunitários. Essas ideias foram compartilhadas e discutidas por todos os participantes, com o objetivo de avaliar quais ações seriam mais viáveis e efetivas para serem colocadas em prática.

Após as discussões, os grupos se reuniram para criar um infográfico contendo informações relevantes sobre o descarte adequado de lixo eletrônico. Esse infográfico servirá como material informativo para ser compartilhado com a comunidade local e escolar, buscando sensibilizar e conscientizar um público mais amplo sobre o descarte.

A metodologia de rotação por estação sobre a discussão do lixo eletrônico contribuiu para os estudantes explorarem diferentes perspectivas, vivenciarem atividades práticas e debates, o que pode ter estimulado o interesse e o engajamento deles. Além disso, a conscientização sobre os impactos ambientais e a saúde relacionados ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos e a importância da reciclagem os incentivou a refletir sobre seu papel na sociedade e a se tornarem agentes de mudança. Essa experiência pode ter contribuído para a construção de uma cultura de responsabilidade e sustentabilidade ambiental na comunidade escolar, na perspectiva de os educandos serem cidadãos conscientes e comprometidos com o cuidado do meio ambiente.

Durante o percurso das atividades com os educandos, o professor pesquisador identificou que não havia um local específico na cidade de Surubim com coleta de lixo eletrônico. No entanto, durante os diálogos com colegas de profissão e conhecendo mais sobre a comunidade, ele soube que uma escola da cidade possui uma parceria com a empresa de reciclagem REEEcycle. Nesse sentido, o professor pesquisador buscou uma aproximação tanto com a empresa REEEcycle quanto com a escola parceira, como o intuito de estabelecer uma parceria com ambas as instituições em prol da concretização dessas ações de reciclagem e conscientização na comunidade.

Após contanto com ambas, a escola mostrou-se interessada em ampliar a conscientização sobre a reciclagem de resíduos eletrônicos e a empresa "REEEcycle" se mostrou interessada em contribuir para a conscientização ambiental ao considerar a carência de conhecimento da comunidade em relação ao descarte correto de lixo eletrônico.

A REEEcycle é uma empresa que atua há 12 anos nos setores de gestão, remanufatura e manufatura reversa de equipamentos elétricos e eletrônicos, com profissionais especialistas em Economia Circular, cuja missão é oferecer à sociedade soluções socioambientais e de logística reversa certificadas, visando ao desenvolvimento sustentável das empresas e comunidades e gerando impacto social positivo. Em síntese, com as parcerias firmadas, futuras atividades conjuntas e a continuidade das ações de conscientização ambiental são esperadas.

Após o estabelecimento da parceria com a empresa "REEEcycle", os educandos foram informados sobre detalhes da empresa e os pontos de coleta que ela implementaria para o descarte correto de lixo eletrônico na escola.

Após informações dadas aos educandos, eles se envolveram na criação de materiais informativos, como o infográfico e postagens de divulgação, os quais foram compartilhados com a comunidade escolar e além dela. Os estudantes compartilharam com entusiasmo o infográfico elaborado com a comunidade local e escolar (figura 9), especialmente com os moradores que participaram das entrevistas, com o objetivo de conscientizar a comunidade sobre a importância do descarte adequado do lixo eletrônico enfatizando a parceria estabelecida com a empresa "REEEcycle".

Segundo eles, os moradores que participaram das entrevistas mostraram-se felizes e agradecidos pela iniciativa e pelo esforço da escola em buscar soluções concretas para o problema do descarte inadequado de lixo eletrônico. A resposta positiva da comunidade corroborou o impacto e a relevância das atividades realizadas pelos educandos ao longo de todo esse processo.

Figura 9 – Infográfico elaborado pelos estudantes



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Após divulgação do infográfico na comunidade, os educandos participaram de um Quiz utilizando a plataforma Kahoot. Em uma perspectiva lúdica, os educandos engajados e competitivos, responderam às perguntas e relembrou conceitos da Eletroquímica associados aos aspectos ambientais.

Por fim, encerramos atividades com uma roda de conversa que ocorreu na área externa da escola com vista para a natureza, criando um ambiente propício para essa troca de experiências. O professor pesquisador solicitou aos estudantes que trouxessem lanches. Na roda

de conversa, os educandos foram convidados a expressarem seus sentimentos, reflexões, emoções e aprendizados ao longo de todo processo desenvolvido, relembrando o primeiro "sim" que eles deram para iniciarmos essa jornada. Foi um momento emocionante, e para o professor pesquisador, as falas dos educandos ecoaram o que Paulo Freire fundamenta: a educação como um ato de amor e coragem. Juntos, tivemos a coragem de avançar e buscar ser mais, assim como preconiza (Freire, 2011).

A roda de conversa foi uma experiência enriquecedora para todos os envolvidos, reafirmando o poder transformador da educação e o papel essencial dos educadores em despertar a consciência crítica e o conhecimento social.

Portanto, buscando responder ao quarto objetivo específico desta pesquisa, o de identificar aspectos que se constituíram como transformação da realidade dos moradores e dos estudantes participantes da pesquisa, destacamos a implantação de pontos de coleta de lixo eletrônico na escola.

Em síntese, podemos dizer que, desde o Estudo da Realidade até a roda de conversa, no último momento pedagógico, o da Aplicação do Conhecimento (AC), a educação foi percebida como um ato de amor e coragem, onde juntos, pesquisador e educandos, tiveram a coragem de avançar e buscar "Ser mais". Entendemos que os educandos, no desenvolvimento do conjunto das atividades, se constituem enquanto "Ser mais" ao passarem por um processo de conscientização, diálogo e participação ativa. Nesse contexto, os educandos não foram vistos como passivos de conhecimento, mas como agentes ativos que constroem ativamente o seu próprio entendimento e transformam sua realidade (Freire, 1987).

A partir do desenvolvimento de todo processo e suas etapas, pudemos responder à questão de pesquisa que conduziu essa investigação: quais são as contribuições da articulação entre a Educação Problematizadora e a Educação CTSA para o ensino de Química na Educação Básica à luz da Investigação Temática?

Nessa perspectiva, uma primeira contribuição que destacamos refere-se ao **desenvolvimento do ensino de Química a partir do estudo da realidade**. A partir de pressupostos freireanos, o conhecimento não é algo estático, dissociado da realidade vivida pelos educandos, mas é algo que se constrói a partir das experiências e vivências individuais e coletivas (Freire, 1987).

O estudo da realidade consiste na identificação das percepções dos sujeitos em relação a si mesmos e à realidade que os cerca (Abensur; Saul, 2019; Freire, 2011; Pinto, 2015; Saul; Saul, 2017). E nessa perspectiva, a concepção educacional freireana se baseia em um processo

dinâmico de compreensão do mundo real, através de uma abordagem crítica da realidade, com o objetivo de promover a conscientização. Isso significa que a consciência humana está profundamente entrelaçada com o contexto social e histórico no qual as pessoas vivem. Portanto, a conscientização não pode ser desvinculada da práxis, ou seja, da reflexão sobre a realidade seguida de ação transformadora desta (Freire 1987; 2001).

Freire (2011) ressalta abordagem da educação problematizadora pressupõe um profundo estudo da realidade a partir do qual emergem conexões complexas entre situações carregadas de significado. Esses significados se estendem por dimensões individuais, sociais e históricas, formando uma intrincada rede de relações que orienta a discussão, interpretação e representação dessa realidade.

Nesse contexto, durante o processo de estudo da realidade (primeira etapa da Investigação Temática), foram identificadas inquietações por parte dos moradores. Um exemplo disso é a perspectiva do Morador F, que salientou a falta de pontos específicos para a coleta adequada de eletrônicos descartados. Ele observou que muitas vezes as pessoas enfrentam dificuldades em encontrar locais apropriados para descartar seus dispositivos antigos, resultando em descartes inadequados. Em consonância com essa visão, o Morador-J ressaltou que ainda existe falta de consciência sobre os perigos das substâncias tóxicas presentes em dispositivos eletrônicos, as quais podem causar danos ao meio ambiente e à saúde humana. Além disso, o Morador-K questionou para onde são direcionados esses resíduos eletrônicos. Portanto, as percepções e inquietações dos moradores contribuíram para destacar questões apresentadas por eles.

Vale destacar que, foi a partir do Estudo da Realidade, que os conceitos e conteúdos científicos foram abordados associados às implicações sociais e ambientais. E isso, entre outros aspectos, pode ter contribuído no processo de conscientização, enraizado em uma perspectiva conceitual e social, possibilitando uma compreensão mais abrangente e, por sua vez, contribui para uma visão crítica da própria realidade em que se está inserido (Pinto, 2015).

Nesse contexto, a perspectiva de conscientização, profundamente entrelaçada com a dialética entre objetividade e subjetividade, demanda a inserção crítica dos educandos em sua realidade histórico-social (Freire, 2001). Essa inserção foi realizada por meio do estudo das interações entre os indivíduos e o mundo ao seu redor, na busca por identificar, entre outros temas que emergiram no processo da Investigação Temática, o Tema Gerador que orientou o planejamento e o desenvolvimento das atividades didático-pedagógicas. Atividades essas que formam submetidas a uma abordagem problematizadora em sala de aula. Nesse sentido, a

superação dos conhecimentos arraigados no senso comum dos educandos em relação a esses temas pode ter ocorrido por meio da assimilação de conhecimentos sistematizados que oferecem uma compreensão desses tópicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

Portanto, o desenvolvimento do ensino de Química a partir do estudo da realidade pode ter promovido a pós-alfabetização (Freire, 1987), dado que os educandos compreenderam aspectos sociais e ambientais relativos ao descarte do lixo eletrônico e conceitos associados ao conteúdo de Eletroquímica a partir da realidade concreta em que os estudantes estão inseridos, considerando elementos sociais, culturais e políticos que a compõem.

Adicionalmente, vale destacar que para o estudo da realidade, segundo pressupostos freireanos, a articulação com a educação CTSA, contribuiu nesse processo, dado que de acordo com Strieder (2012), a integração entre a abordagem de Freire e a abordagem CTSA emerge como um percurso enriquecedor para o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo, viabilizando uma compreensão holística que abarca os domínios científico, tecnológico, social e ambiental. A conjunção dessas abordagens não apenas alinha-se com a busca por uma sociedade participativa e ativa, como apontado por Auler (2002), mas objetiva a superação do silêncio das massas diante da Ciência e Tecnologia. Nessa perspectiva, surge o anseio pela democratização das decisões em temas socio-tecnocientíficos e o estímulo para o desenvolvimento de um processo educativo voltado para a formação de pensamento crítico capaz de efetivar transformações na realidade (Freire, 2011; Pinto, 2015; Saul; Saul, 2017).

A segunda contribuição refere-se ao **desenvolvimento do ensino de Química como instrumento de análise crítica da realidade**. A análise crítica da realidade envolve uma reflexão profunda e contextualizada sobre os problemas e desafios vivenciados (Abensur; Saul, 2019; Freire, 2011; Pinto, 2015; Saul; Saul, 2017). Nessa perspectiva, busca-se a compreensão da realidade a partir da análise das contradições presentes nas diferentes situações existenciais (Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021). O processo de aprendizagem se torna significativo, uma vez que está intrinsecamente ligado à compreensão crítica e consciente do mundo ao redor (Freire, 1983).

A essência da concepção educacional de Freire encontra-se profundamente arraigada em três categorias centrais: dialogicidade, problematização e conscientização (1987). A articulação desses pilares em torno de um Tema Gerador proporciona a concretização de uma educação libertadora, emancipatória e democrática, tendo como cerne o compromisso de contribuir fundamentalmente para a formação da consciência crítica dos indivíduos (Freire, 1987; 2001; 2005).

Nesse sentido, a visão educacional de Freire se sustenta na compreensão do mundo concreto, na análise crítica da realidade e na busca incessante pela humanização, buscando assim revelar o verdadeiro concreto e o real por meio da conscientização (Freire, 1987)

Nesse processo, a análise crítica da realidade foi propiciada em diferentes etapas do processo desenvolvido, como, por exemplo, no momento da análise das situações-limite, nos Círculos de Cultura, na Problematização Inicial, na Organização do conhecimento e na Aplicação do conhecimento. E isso se refletiu, por exemplo, nas expressões de alguns educandos, como exemplificado nas palavras de Edu-A: “Tenho refletido muito sobre a quantidade de resíduos que geramos e seu impacto no meio ambiente”; e de Edu-L “Quero iniciar a separação adequada de resíduos em casa e motivar minha família a fazer o mesmo”. Essas colocações dos estudantes evidenciam que a abordagem crítica, ao incorporar conceitos químicos à compreensão da realidade, habilita os educandos não apenas a entender as ciências, mas também a se envolver de maneira responsável e transformadora em questões relevantes para a sociedade.

Portanto, vale ressaltar que o desenvolvimento do ensino de Química como instrumento de análise crítica da realidade também foi oportunizado por meio da articulação com a educação CTSA. Os conceitos químicos abordados em conjunto com a análise crítica da realidade podem ter ganhado significados mais amplos para o estudante, ultrapassando a simples exposição de fatos isolados e estimulando a sua consciência social (Santos; Mortimer, 2002). Através da abordagem problematizadora, o educando é posicionado no centro do processo de aprendizado, o que lhe permite participar ativamente e se engajar profundamente com o conteúdo. Por meio de diálogos enriquecedores e participação ativa, o estudante tem a oportunidade de conectar os conceitos químicos com suas próprias experiências, compreendendo como a ciência se entrelaça com a sociedade em que vive (Santos; Schnetzler, 2015). Essa perspectiva não apenas fortalece a compreensão da Química, mas fomenta uma apreciação mais ampla da importância da ciência no cotidiano, empoderando os estudantes a explorar questões que envolvem a ciência e sua influência na vida diária (Santos; Schnetzler, 2003).

Ao desenvolver a consciência crítica, nos tornamos capazes de intervir na realidade de maneira significativa, buscando superar as opressões e desafios presentes. Freire destaca que o engajamento nesse processo de conscientização gera um compromisso profundo com o mundo que nos cerca. Quando nos conscientizamos criticamente das formas de opressão e limitações presentes em nossa realidade, nos tornamos aptos a agir de forma transformadora (Freire, 1987, 1996, 2005, 2011).

E a terceira contribuição volta-se para o **desenvolvimento de ensino de Química como instrumento de transformação da realidade**. A partir dos pressupostos freireanos, à medida que os indivíduos se tornam mais conscientes, eles se tornam mais aptos a desempenhar o papel de denunciantes e promotores de mudanças, graças ao compromisso assumido com a transformação (Freire 2001).

A abordagem educacional de Freire se destaca pela ênfase no diálogo e na problematização como princípios fundamentais (1987). Essa perspectiva implica em uma transformação profunda na maneira de compreender a educação e a relação entre professores e educandos. Na visão freireana, a educação não é meramente transmitida aos estudantes, mas construída junto a eles, reconhecendo-os como sujeitos ativos no processo educativo. Essa abordagem vai além da mera transmissão de conteúdos programáticos; ela envolve os educandos na definição desses conteúdos, permitindo que participem ativamente na construção do próprio conhecimento (Brick *et al.*, 2014).

Partindo da perspectiva dialética da relação entre o ser humano e o mundo, ambos em constante evolução, Freire (1987) construiu sua compreensão sobre a Educação como Prática de Liberdade. Nesse contexto, nós, enquanto seres humanos, em nossa busca contínua por evolução, desempenhamos um papel fundamental na transformação da realidade objetiva. Os efeitos dessa transformação refletem-se também em nossa própria transformação. Freire ressalta que esse processo é alimentado pelo aprofundamento de uma consciência crítica, que nos permite perceber e compreender a realidade em sua totalidade (Freire, 1987).

O ensino de Química, quando articulado aos pressupostos freirianos, se manifesta através do ensino problematizador, no qual o professor assume o papel de incentivar os estudantes a questionar, refletir e participar ativamente na construção do conhecimento. Isso pode conduzir os educandos a uma compreensão mais ampla do mundo e os habilita a se tornarem agentes ativos na transformação social, e isso ocorre não pela transmissão de informações, mas pelo estímulo ao pensamento crítico, à participação colaborativa e à percepção da interconexão entre os conceitos químicos e a realidade circundante (Santos; Schnetzler, 2010).

Portanto, no desenvolvimento de ensino de Química como instrumento de transformação da realidade podemos destacar diferentes atividades que envolveram os estudantes, como, por exemplo, a divulgação do infográfico a comunidade local e escolar, a implantação de pontos de coleta de lixo eletrônico para o descarte corretos, como resultado do estabelecimento da parceria com a empresa "REEEcicle".

Quanto à contribuição da Educação CTSA, articulada aos pressupostos freireanos, podemos destacar o estímulo a uma compreensão da vida em sociedade que encoraja a tomada de decisões embasadas em uma visão crítica e reflexiva, transformando assim a maneira como aprendemos e agimos no mundo (Bazzo, 1998; Santos; Mortimer, 2002) e a identificação de desafios e oportunidades para a transformação da realidade, seja através de ações individuais ou de engajamento coletivo em questões relevantes para a sociedade (Santos; Schnetzler, 2015).

Em síntese, a partir da análise e discussão dos resultados desta pesquisa, podem dizer que a articulação entre pressupostos da Educação problematizadora de Freire e a Educação CTSA no contexto do ensino de Química oferece um caminho promissor para o desenvolvimento de uma educação mais engajada, reflexiva e transformadora. Ao unir a reflexão crítica da realidade, a contextualização sociocultural da ciência e a busca pela conscientização, podemos, enquanto pesquisadores e educadores, contribuir para que os estudantes sejam estimulados a se tornarem cidadãos ativos e informados, capazes de analisar criticamente as questões que os cercam e tomar decisões embasadas. A interseção entre perspectivas transcende as barreiras do ensino tradicional, abrindo portas para uma educação que visa à transformação pessoal e social (Freire, 2005; Gontijo; Calheiros; Santiago, 2021; Saul; SauL, 2017; Santos; Schnetzler, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta pesquisa, buscamos analisar e refletir sobre diversos aspectos relacionados contribuições da articulação entre a Educação Problematizadora e a Educação CTSA para o ensino de Química na Educação Básica à luz da Investigação Temática.

Nesse processo, no âmbito do primeiro objetivo específico de identificar temas de interesse, inquietações, preocupações e contradições percebidas nas comunidades envolvidas na pesquisa, a partir das perspectivas dos moradores e dos educandos, destacam-se diversas temáticas: qualidade de vida, problemas sociais como o consumo de drogas, segurança e desemprego, além de sustentabilidade, conscientização e reciclagem. Observou-se também a importância da gestão adequada do lixo, o acúmulo de resíduos eletrônicos e a problemática do lixo eletrônico.

As inquietações dos educandos incluem a preservação do meio ambiente, o estímulo ao consumo consciente, a necessidade de uma separação adequada de resíduos e a urgência de um descarte correto do lixo eletrônico. Em relação às contradições percebidas na realidade dos moradores e dos estudantes participantes, emergem questões como o acesso limitado a serviços básicos, problemas de degradação ambiental e sustentabilidade, descarte inadequado de resíduos, impactos da poluição e contaminação, bem como a inadequação do descarte de lixo eletrônico.

No contexto do segundo objetivo específico, que se propôs a analisar as concepções prévias dos estudantes sobre o lixo eletrônico, sua relação com os impactos ambientais e de saúde, as possíveis soluções tecnológicas, o engajamento da sociedade, a Eletroquímica e os componentes de dispositivos eletrônicos, observou-se uma série de constatações. Quanto aos principais impactos ambientais e de saúde decorrentes do descarte inadequado do lixo eletrônico, a maioria dos estudantes não conseguiu fornecer respostas ou deixou a questão em branco. No que diz respeito às possíveis soluções tecnológicas para o correto descarte e reciclagem de resíduos eletrônicos, a maioria dos estudantes também não soube responder ou deixou a pergunta em branco.

No entanto, quando questionados sobre o engajamento da sociedade na conscientização sobre o lixo eletrônico, os estudantes apresentaram diversas propostas, incluindo a realização de palestras, campanhas nas redes sociais e projetos. Quanto à relação da Eletroquímica com o descarte inadequado de lixo eletrônico, a maioria dos estudantes não forneceu resposta. Além disso, nenhum aluno respondeu à questão sobre os componentes eletrônicos presentes nos

dispositivos eletrônicos que podem causar impactos ambientais quando descartados incorretamente. Estes resultados ressaltam a importância de ampliar a conscientização dos estudantes sobre as questões relacionadas ao lixo eletrônico e seus impactos, bem como a necessidade de promover uma educação ambiental e tecnológica mais abrangente.

No que diz respeito ao terceiro objetivo específico desta pesquisa, que consiste em analisar a evolução das compreensões dos estudantes em relação aos conceitos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica, é notável que os estudantes avançaram substancialmente em sua compreensão desses conceitos. Essa evolução foi claramente evidenciada nas respostas que forneceram ao abordar a charge apresentada, bem como nas questões relacionadas às situações-problema 3 e 4, além das perguntas presentes na lista de exercícios.

E por fim, quanto ao quarto objetivo específico desta pesquisa, que busca identificar aspectos que se configuraram como transformações na realidade dos moradores e dos estudantes participantes do estudo, é digno de destaque a significativa iniciativa de implantação de pontos de coleta de lixo eletrônico na escola, realizada em parceria com uma empresa. Essa ação representa um marco importante e tangível de mudança na comunidade, proporcionando uma maneira adequada e consciente de descartar resíduos eletrônicos, contribuindo assim para a promoção da sustentabilidade e para a conscientização sobre os impactos ambientais associados ao descarte inadequado desses materiais.

Em síntese, buscando responder ao objetivo geral, destacamos três contribuições da articulação entre a Educação Problematizadora e a Educação CTSA para o ensino de Química na Educação Básica à luz da Investigação Temática, as quais foram: o desenvolvimento do ensino de Química a partir do estudo da realidade; o desenvolvimento do ensino de Química como instrumento de análise crítica da realidade; e desenvolvimento de ensino de Química como instrumento de transformação da realidade.

Portanto, podemos destacar que a Investigação Temática se constituiu como um processo relevante quando se propõe efetivamente a trazer pressupostos da Educação Problematizadora de Freire e da Educação CTSA para o contexto escolar, que no caso desta pesquisa foi para o ensino de Química na Educação Básica no contexto de uma escola situada na cidade de Surubim, Pernambuco.

É relevante ressaltar que durante a condução desta pesquisa, foram identificadas algumas dificuldades que merecem atenção. Entre elas, destaca-se a necessidade de um período mais extenso para o desenvolvimento da investigação temática e a contemplação dos temas geradores identificados, bem como para a efetiva integração de diversas disciplinas,

possibilitando o desenvolvimento de atividades interdisciplinares mais abrangentes. Além disso, enfatiza-se a importância da disposição da escola e dos educadores para superar esses desafios, buscando abordagens criativas e colaborativas para a implementação efetiva dessa proposta inovadora no ambiente educacional.

Este estudo destaca a importância da integração entre o conhecimento científico e as dimensões sociais. Isso não apenas proporciona aos educandos uma compreensão mais ampla da realidade, mas pode conscientizar os educadores quanto à necessidade de incorporar questões orientadoras fundamentadas no estudo da realidade em todos os componentes curriculares. Essa abordagem, portanto, permite que os educandos tenham acesso a uma educação emancipatória, habilitando-os a tomar decisões informadas e desenvolver uma consciência crítica.

Ao considerarmos as pesquisas futuras, à luz da Investigação Temática, a perspectiva da Alfabetização Científica por meio da articulação entre a Educação Problematizadora e a Educação CTSA pode se constituir em uma agenda para novas pesquisas.

REFERÊNCIAS

ABENSUR, P. L. D.; SAUL, A. M. Investigação temática freireana: suporte teórico-metodológico para a prática do ensino e da pesquisa. **Revista Cocar**, v. 13, n. 27, p. 806–826, 2019.

ACSELRAD, H. Justiça Ambiental e Construção Social do Risco. **Desenvolvimento e meio Ambiente**, n.5, p. 49-60, jan/ jun. 2002

ACEVEDO, J.A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. **Alambique**, n.3, p. 75-84, 1995.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ACEVEDO ROMERO, P. **Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos**. Bordón, Madrid, v. 54, n.1, p. 5-18, 2002.

ACEVEDO DÍAZ, J. A. La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Zaragoza, v. 26, p. 131-144, 1996.

AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? *In*: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

ALMEIDA, E. S. **A investigação temática na perspectiva da articulação Freire-CTS**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Estadual de Santa Cruz: Ilhéus, 2018.

ALMEIDA, E.S. GEHLEN, S.T. Matriz de referência CTS na investigação do Tema Gerador: um olhar para a racionalidade científica. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **XII ENPEC.**, 2019, Natal – RN.

ALMEIDA, E.S. GEHLEN, S.T. **Matriz de referência CTS: análise da natureza de um Tema Gerador**. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **XI ENPEC.**, 2017, Florianópolis – SC.

ALMEIDA, E.S.; GEHLEN, S. T. Organização curricular na perspectiva Freire-CTS: propósitos e possibilidades para a educação em ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019.

ALMEIDA, E.S.; STRIEDER, R.B. **Relações Freire-CTS na problematização da atividade científico-tecnológica**. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **XIII ENPEC**, 2021.

ALVES, M. T. A.; FREIRE, J. E.; BRAGA, P. E. T. O conhecimento local sobre os insetos pelos moradores do município de Groaíras, Ceará. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Campo Grande, v. 19, n. 1, p. 7-15, 2015.

AMARAL, I. A. **Educação Ambiental e ensino de Ciências: uma história de controvérsias**. In: Pro-Posições. Campinas, v. 12, n. 1, p. 73-93, mar. 2001.

ANGOTTI, J. A. **Solução alternativa para a formação de professores de ciências: um projeto educacional desenvolvido na Guiné-Bissau**. Dissertação de mestrado. São Paulo: IFUSP/FEUSP, 1982.

AGOUKARIS, D. C.; CAMARGO, I. M. C.; COTRIM, M. B. Comportamento de zinco e manganês de pilhas alcalinas em uma coluna de solo. **Quim. Nova**. 2006, 29, 960.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M.A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Revista Ciência & Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2001.

ATKINS, P; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**, Porto Alegre: Bookman, 2006.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação), Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, v. 45, n. 21, pp. 275-296, 2015.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-16, mar. 2003.

AULER, D. Enfoque CTS: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, nov. 2007.

AULER, D. **Cuidado! Um cavalo viciado tende a voltar para o mesmo lugar**. Appris, 2018.

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.; DELIZOICOV, D. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

AULER, D.; DELIZOICOV D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Revista Linhas Críticas**, Brasília, DF, v.21, n.45, p. 275-296, mai./ago. 2015.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. ALEXANDRIA. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.1, p.67-84, 2009.

AZEVEDO, M. C; STELLA, P. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2003.

BALDÉ, C. P.; WANG, F.; HUISMAN, J.; KUEHR, R. **The Global E-waste monitor- 2014: Quantities, flows and resources**. United Nations University, IAS-SCYCLE, Bonn, Germany, 2015.

BARBOSA, R. G. **Educação científica e tecnológica para a participação: Paulo Freire e a criatividade**. 2014. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Londrina – UEL, 2014.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

BRANCO, A. B. de G.; BRANCO, E. P.; IWASSE, L. F. A; NAGASHIMA, L. A. A alfabetização e letramento científico na BNCC e os desafios para uma educação científica e tecnológica. **Revista Valore**, v. 3, pp 702-713, dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**, Brasília, 2015.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação, 2018.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM)**. v. 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2006.

BRICK, E. M. et al. **Paulo Freire: interfaces entre Ensino de Ciências Naturais e Educação do Campo**. In: MOLINA, M. C. (org.). Licenciaturas em Educação do Campo e o ensino de Ciências Naturais: desafios à promoção do trabalho docente interdisciplinar. v. I. Brasília: Editora MDA, 2014. p. 23-59.

BOSCO P.; JOÃO et. al. Da investigação temática à pesquisa-ação. In: DUQUE-ARRAZOLA, L. S.; THIOLLENT, M. J. M. **Metodologia, teoria do conhecimento e pesquisa-ação: textos selecionados e apresentados**. Belém: Instituto de Ciências Sociais e Aplicada da UFPA, 1975. p. 94-105.

BUSTAMANTE, J. **A integração da ciência, tecnologia e sociedade: o grande desafio da educação no século XXI**. Educação Brasileira. Brasília, n.19, p. 11-20, 1997.

CAIAFA, A. N.; SILVA, R. L. **PET Mata Atlântica: Conservação e Desenvolvimento - Cinco anos de Qualificação da formação Interdisciplinar, nos cursos de graduação do CCAAB, em prol da conservação da natureza.** Cruz das Almas – BA. Boletim Informativo de Pesquisa e Extensão em Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, volume especial (1), 5-6, 2016.

CARLETTO, M. R.; LINSINGEN, I. V.; Delizoicov, D. Contribuições a uma educação para a sustentabilidade. **I Congresso Iberoamericano de Ciência, Tecnologia, Sociedad e Innovación** CTS + I, 2006.

CARVALHO, L. M.; CALDAS, M. J.; FACCIN, H. Os estudos sobre química e eletricidade no renascimento: seus protagonistas, suas obras e influências. **Repositório das Universidades Lusíada**, vol. 9, 2014, p.38-63.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Becoming critical: education, knowledge and action research.** New York: Taylor & Francis e-Library, 1986.

CENTA, F. G. **“Arroio Cadena: cartão postal de Santa Maria”? possibilidades e desafios em uma reorientação curricular na perspectiva da abordagem temática.** 2015. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2015.

CENTA, F. G.; MUENCHEN, C.; O despertar para uma cultura de participação no trabalho com um tema gerador. **Alexandria**, (UFSC), v. 9, n.1, p. 263-291, 2016.

CEREZO, J.A.L. Ciencia Tecnología y Sociedad: Bibliografía Comentada. **Revista Iberoamericana de Educación.** n.18, 171-176. 1998.

CHAGAS, A. P. Os 200 anos da pilha elétrica. **Química Nova**, vol.23, nº 3, 2000, p. 427-429.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, Jan/Fev/Mar/Abr. 2003.

CHASSOT, A. Para que(m) é útil o ensino? 2. ed. Canoas: Ed. ULBRA, 2004.
BAZZO, W.A.; VON LINSINGEN, I; PEREIRA, L.T. do V. (Eds). Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero-América. Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI)**, 2003.

CRUZ, I.; MARQUES, F. **O lixo através da história.** Revista de Manguinhos, edição de setembro de 2007.

DIAS, Genebaldo Freires, **Educação Ambiental: princípios e práticas.** São Paulo: Gaia, 2004, 9ed. 551p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2002

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

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. (3a ed.). São Paulo: Cortez. 2009.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. *In*: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2002.

DELIZOICOV, D. La Educación em ciências la perspectiva de Paulo Freire. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n.2, p-37-62, 2008.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. *In*: PIETROCOLA, Mauricio (organizador) **Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001. p 125-150.

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

DELIZOICOV, D.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

DEMUNER, L.; SANTOS, S. M. Educação CTS/CTSA com enfoque freiriano por meio de aula de campo sobre recuperação de nascente de água. **Experiências em Ensino de Ciências**, 14(3), 2019.

DIAS, F. F. **Ensino de física a partir da articulação Freire-CTS: lançando um novo olhar sobre as escolas do campo**. 2018. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2018.

DINIZ, F. **Contribuição da horta escolar para uma educação problematizadora nos anos finais do ensino fundamental**. 2019. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2019.

DOMIN, D. S. Considering laboratory instruction through Kuhn's view of the nature of science. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 86, n. 3, p. 274-277, 2009.

FALCON, F.J.C. **O capitalismo unifica o mundo**. *In*: FILHO, D.A.R.; FERREIRA, J.; ZENHA, C. (Org). O século XX – O tempo das certezas: da formação do capitalismo à Primeira Grande Guerra. 6. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011. p. 11-76

FARIAS, A. O município de Surubim. **Surubim**: Prefeitura Municipal de Surubim, 20 abr. 2021.

FÁVERO, M. H.; COUTO MACHADO, C. M. A tomada de consciência e a prática de ensino: uma questão para a psicologia escolar. *Psicologia: Reflexão & Crítica*, v. 16, n. 1, p. 15-28, 2011.

FELTRE, R. **Química**. 6 ed., São Paulo: Moderna, 2004.

FERNANDES, R. F.; STRIEDER, R. B. Propostas interdisciplinares desenvolvidas no contexto brasileiro do Ensino de Ciências: algumas ênfases. *In: X Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências*. 2015, Águas de Lindóia, SP. ATAS do X ENPEC.

FERREIRA, M.A. et al. Os professores enquanto sujeitos do conhecimento: saberes docentes e prática educativa. *In: V Semana de estudos, Teorias e Práticas Educativas*, 5., 2014, Rio Grande do Norte, RN. **Anais...** Rio Grande do Norte, 2014, p. 1-12, 2014.

FIGUEIRA, R. **Abordagem temática e a introdução de conteúdos de física moderna e contemporânea no ensino médio: uma primeira aproximação**. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós- Graduação em Educação) -- Universidade Federal de São Carlos · UFSCar, 2014.

FIRME, R. N. **A abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino da termoquímica: análise da construção discursiva de uma professora sobre conceitos científicos**. 2012. 292 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 2, n. 17, p. 383-399, jan. 2017.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.

FIRME, R. N.; MIRANDA, R. D. Impactos de um processo formativo na alfabetização científica e tecnológica de licenciandos em química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, n. 2, p. 111-127, out. 2020.

FIRME, Ruth Nascimento. **Abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências: de qual tecnologia estamos falando desde esta perspectiva em nossa prática docente? Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 15, n. 1, p. 65-82, 2020.

FOUREZ, G. Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. 1 ed. **Ediciones Colihue**, 1994.

FONSECA, E. M. **Abordagem de temas no ensino de ciências: reflexões para processos formativos de professores**. 2019. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, 2019.

FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Porto alegre: Artmed, 2009.

FRAGAL, V. H. *et al.* Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre reatividade de metais. **Química Nova na Escola**, vol. 33, n° 4, 2011, p. 216-222.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia - saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 63ª. ed São Paulo, Paz e Terra, 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2008.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

FREIRE, P. SHOR, Ira. **Medo e Ousadia – O Cotidiano do Professor**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

FREIRE, P. **Ação Cultural Para a Liberdade e outros escritos**. 14ª ed. **Revista Atual**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. 14ª ed, Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1983, 150 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 50ª ed. Paz e Terra: Rio de Janeiro, 2011, 253 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 31. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 57. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2018

FREIRE, A. M. A. **Paulo Freire: uma história de vida**. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017.

FREIRE, P. **Educação e Mudança**. 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 71^a. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2020a.

FREITAS, O. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

FREITAS, L. M.; Ghedin, E. Pesquisas sobre estado da arte em CTS: análise comparativa com a produção em periódicos nacionais. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, 8(3), 3–25, 2015.

GATTI, B. A.; ANDRÉ, M. A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em educação no Brasil. In: WELLER, W.; PFAFF, N. (org.). **Metodologias da pesquisa qualitativa em Educação: teoria e prática**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. p. 29-38.

GARCIA, G. M. I., CERESO, J.A.L., LUJÁN, J. L. L. **Ciência, Tecnologia y Sociedad**. Una introducción al estudio social de la ciencia e la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996, p.221.

GADOTTI, M.; FREIRE, P.; GUIMARÃES, S. **Pedagogia: diálogo e conflito**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

GIACOMINI, A. **Intervenções curriculares na perspectiva da abordagem temática: avanços alcançados por professores de uma escola pública estadual do RS**. 2014. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2014.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Por uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, pp.125-153, 2001.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. *In*: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Educação em Ciências, 2012, Campinas, SP. **Atas do VIII ENPEC – I CIEC**. Rio de Janeiro, RJ: ABRAPEC, 2012. v. 1. p. 1-12.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GOMES, A. C. L.; MELO, S. R. Pilhas e efeitos nocivos. **Arquitetura Mudi**, Maringá, v. 10, n. 3, p. 10-15, 2006.

GONÇALVES, L.V.; SILVA, Y.E.A.; CARVALHO, L.M.O. **Aproximações entre a pedagogia Freireana e o Ensino de Ciências na perspectiva CTS.** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, XIII ENPEC., 2021.

GONÇALVES, R. S.; SILVA, L. F. Abordagem de Temas a Partir do Enfoque CTS na Educação Básica: Caracterização dos Trabalhos Apresentados por Autores Brasileiros, Espanhóis e Portugueses nos Seminários Ibero-americanos CTS. **Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnología y Sociedad -CTS**,12(34), 2017.

GONTIJO, D.T.; CALHEIROS, M.N.S.; SANTIAGO, M.E. Investigação Temática freireana e produção do conhecimento na pesquisa acadêmica: reflexões teórico-metodológicas. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 18, n. 51, p. 211-233, 2021.

GONZATTO, R. F. **Usuários e produção da existência: contribuições de Álvaro Vieira Pinto e Paulo Freire à interação humano-computador.** 2018. Tese (Doutorado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, 2018.

GONZÁLEZ, W.J. **Science, Technology and society: a philosophical perspective.** Netbiblo. A Coruña: Espanha. 2005.

HANSEN, T. R.; MARSANGO, D.; BRUM, D. O conceito de energia em periódicos da área de educação em ciências: a discussão da conservação/degradação de energia em práticas educativas de perspectivas Freire-CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, 25 (1), 2020.

ILHA, G. C. **O diálogo entre a formação tecnocientífica e a humanística na educação tecnológica: uma problematização a partir do estudo de caso do curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da UFSM.** 2014. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

JARA H. O. **La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles.** Santiago: CEPAL, 2013.

JESUS, C. P. F. **Educação CTS/CTSA baseada em Paulo Freire: produção de saberes de ciências biológicas e geociências no ensino médio no noroeste capixaba.** 2019. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2019.

JESUS, M. P. **Contextualização do ensino de química por meio do enfoque CTS atrelado à pedagogia de Paulo Freire.** 2017. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Sergipe – UFS, 2017.

JOTA, A. B. F. **Reorientação curricular na disciplina química via tema gerador: uma aproximação Freire-CTS.** 2019. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

JOTA, A.B.F.; CABRAL, C.G. **Investigação Temática Freireana e CTS no Ensino de Química: proposições para o Ensino Médio.** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, XII ENPEC., 2019, Natal – RN.

JORGE, J. S. Sem ódio nem violência: a perspectiva da libertação segundo Paulo Freire. 2. ed. São Paulo: Loyola, 1981. GADOTTI, M.; FREIRE, P.; GUIMARÃES, S. **Pedagogia: diálogo e conflito**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

KAUANO, R. V.; MARANDINO, M. Paulo Freire na Educação em Ciências Naturais: Tendências e Articulações com a Alfabetização Científica e o Movimento CTSA. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2022.

KIST, C. P.; FERRAZ, D. F. Compreensão de professores de biologia sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, 2011.

KEMERICH, P. D. C.; MENDES, S. A.; VORPAGEL, T. H.; PIOVESAN, M. Descarte indevido de pilhas e baterias: a percepção do problema no município de Frederico Westphalen – RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Cascavel, v. 8, n. 8, p. 1600-1688, 2012.

KUMAR, A.; HOLUSZKO, M.; ESPINOSA, D.C.R. E-waste: an overview on generation, collection, legislation and recycling practices. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 122, p. 32-42, 2017.

KOTZ, J. C. *et al.* **Química geral e reações químicas**, São Paulo: Cengage Learning, 2015.

LAYRARGUES, P. P. Para onde vai a Educação Ambiental? O cenário político-ideológico da educação ambiental brasileira e os desafios de uma agenda política crítica contra-hegemônica. **Revista Contemporânea de Educação**, V. 7, P. 388-411, 2012.

LEAL, A. C.; THOMAZ JÚNIOR, A.; ALVES, N. et al. A reinserção do lixo na sociedade do capital: uma contribuição ao entendimento do trabalho na catção e na reciclagem. **Revista Terra Livre**, v. 18, n. 19, p. 177-190, 2002.

LINSINGEN, Irlan Von. **O enfoque CTS e a educação tecnológica: origens, razões e convergências curriculares**. 1999.

LOUREIRO, C.F.B. **Trajetórias e Fundamentos da Educação Ambiental**. (4a. ed.). São Paulo: Cortez, 2012.

LOUREIRO, C. F.; LIMA, J. G. Educação ambiental e educação científica na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): pilares para uma educação crítica. **Acta Scientiae**, n. 1, v. 11, p. 88-100, 2009.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LUZ, R.; ALMEIDA, R.O. Dimensões de ciência e tecnologia na obra Pedagogia do Oprimido de Paulo Freire. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **XIII ENPEC**, 2021.

LUZ, R.S.; ALMEIDA, E. S. Educação ambiental e educação CTS numa perspectiva Freireana: a necessária superação da contradição entre conservação e desenvolvimento. **Investigações em Ensino de Ciências**, 25 (3), 2020.

LUZ, R.; PRUDÊNCIO, C. A. V.; CAIAFA, A. N. Contribuições da Educação Ambiental Crítica para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências visando à formação cidadã. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, pp. 60-81, 2018.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: uma abordagem qualitativa**. São Paulo: EPU, 1986.

MAGOGA, T. **Abordagem temática na educação em ciências: um olhar à luz da epistemologia fleckiana**. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2017.

MANTUANO, D. P.; ESPINOSA, D. C. R.; WOLFF, E.; MANSUR, M. B.; SCHWABE, W. K. Pilhas e baterias portáteis: legislação, processos de reciclagem e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** – Número 21 – setembro de 2011.

MARQUES, S. G. **Articulação Freire-CTS na formação de educadoras dos anos iniciais**. 2019. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2019.

MARQUES, M. B.; CUNHA, E. B. de. O descarte inadequado de pilhas e baterias usadas e os impactos socioambientais provocados pela ação do consumidor. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**. v. 2, n. 2, jan./jun. 2013.

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

MARTINS, R. de A. Alessandro Volta e a invenção da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre o galvanismo e a eletricidade. **Acta Scientiarum**, Campinas, vol. 21, nº 4, 1999, p.823-835.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. L. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 38-40, 2005.

MARTINS, R. de A. Alessandro Volta e a invenção da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre o galvanismo e a eletricidade. **Acta Scientiarum**, Campinas, vol. 21, nº 4, 1999, p.823-835.

MEEIRA, L. Análise microogegnetica e videografia: ferramentas de pesquisa em psicologia cognitiva. **Temas em Psicologia**. 3, 1994, 59-79.

MIRANDA, M. E.; FREITAS, D. Um olhar CTS sobre as concepções de professores de ciências através do questionário VOSTS. In: **Congresso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación**. 2014.

MONTEIRO, I. G. S. **CTSA e ensino de química: (re) construindo práticas metodológicas para a Formação Inicial e Continuada do Professor.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018.

MONTEIRO, I. G. S. RABELO, J. B.; SILVA, E. V.; SÁ, R. A. Ensino de Química e CTS: repercussão na formação do professor. In: II Congresso Nacional de Educação, **Anais...**

MONTEIRO, M. G. **Desenvolvimento de materiais instrucionais voltados ao ensino de eletroquímica.** 2018. 51 p. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Federal De Viçosa, Viçosa – MG, 2018. Campina Grande - PB, CEMEP, 2015.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise Textual Discursiva. rev. e ampl. – Ijuí: Ed. Unijuí, **Coleção educação em ciências.** p.264, 2006.

MORTIMER, E. F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. In: **Revista Brasileira em Educação em Ciências**, Porto Alegre, 1(2), p. 25-35, 2002.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS.** 2010. 137 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "física". **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 20, n. 3, p.617-638, 2014. Trimestral.

MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos na edição de livros para professores. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Santo Ângelo, v. 1, n. 1, p. 84-97, 2011.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio: Belo Horizonte**, v. 14, n. 3, p.199- 215, 2012.

MÜHL, E. H. Problematização. In D. STRECK, E. REDIN, J. ZITKOSKI (Orgs). **Dicionário Paulo Freire.** Autêntica, 2017. p. 328–329.

MÜHL, E. H. Ainda Paulo Freire: um ensaio sobre a atualidade da Pedagogia do Oprimido. **Olhar De Professor**, 24, 1–23, 2021.

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. V. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergencia: Revista de Ciências Sociais.** Cidade do México, n. 42, p. 95-116, set./dez. 2006.

OKI, M. C. M. A eletricidade e a química. **Química Nova na Escola**, vol. 12, p.34-37, 2000, p.34-37.

OLIVEIRA, M. M. **Projetos, relatórios e textos na educação básica: como fazer.** – Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

PALAIOS, E. M. G.; LININGEN, I.V.; GALBARTE, J. C. G.; CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; PEREIRA, J. L.V.; GORDILLO, M. M.; VALDÉS, C.; BAZZO, W.A. Introdução ao ensino de CTS. **Cadernos de Ibero-américa.** Net, 2003

PAIVA, H. A.; ARAÚJO, M. S. T. Conscientização de estudantes do Ensino Médio Técnico por meio da Educação CTS: abordagem do tema trânsito e mobilidade urbana visando à formação para a cidadania. *RenCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, São Paulo, 13(1), 1-27, 2022.

PANIZ, C. M.; FERREIRA, M.; NIEMEYER, J.; MUENCHEN, C. Abordagem Temática Freireana e a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos: uma reflexão sobre os trabalhos dos ENPECs. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Águas de Lindóia, SP, 2015.

PICCOLINO, M. Animal electricity and the birth of electrophysiology: the legacy of Luigi Galvani, **Brain Research Bulletin**, vol.46, nº 5, 1998, p. 381-407.

PIMENTA, S. G; LIMA, M. S L. **Estágio e docência.** São Paulo: Cortez, 2004.

PINHEIRO, N. A. M.; BAZZO, W. A; SILVEIRA, R. M. C. F. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PINHEIRO, N.A.M., **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico:** a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2005, p.62.

PINTO, A. S. **Para mudar a prática da formação continuada de educadores; uma pesquisa inspirada no referencial teórico-metodológico de Paulo Freire.** [s.l.] Pontífica Universidade Católica de São Paulo, 2015.

PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Educação e escola como movimento - do ensino de ciências a transformação da escola pública.** 1994. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

PRAIA, J.; GIL PEREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PRUDÊNCIO, C. A. V. **Perspectiva CTS em estágios curriculares em espaços de divulgação científica: contributos para a formação inicial de professores de ciências e biologia.** 2013. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos · UFSCar, 2013.

REIGOTA, M. **Meio Ambiente e Representação Social.** 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

REIGOTA, M. **O que é Educação Ambiental?** (2a. ed. revista e ampliada). São Paulo: Brasiliense, 2009.

REIDLER, N. M. V. L.; GUNTHER, W. M. R. Impactos ambientais e sanitários causados por descarte inadequado de pilhas e baterias usadas. **Revista de Limpeza Pública**, v. 60, p. 21-26, 2003.

ROSA, S. E. **Educação CTS: contribuições para a construção de culturas de participação.** Tese. (Doutorado em Educação em Ciências) Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

ROSA, S.; STRIEDER, R. B. Educação CTS e a não neutralidade da ciência-tecnologia: um olhar para práticas educativas centradas na questão energética. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, 11(3), 2018.

ROSO, C.C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciência & Educação, Bauru**, 2016.

ROSA, S. E.; AULER, D. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando Silenciamentos em Práticas Educativas Relacionadas à CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.9, n.2, p.202-231, nov. 2016.

ROSO, C. C.; SANTOS, R.; ROSA, S. E.; AULER, D. Currículo Temático Fundamentado em Freire-CTS: engajamento de professores de Física em formação inicial. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 17(2), 372–389, 2015.

ROSO, C. C.; SANTOS, R. A.; ROSA, R. E.; AULER, D. Currículo temático fundamentado em Freire-CTS: engajamento de professores de física em formação inicial. **Ensaio**, Belo Horizonte, 17(2), 372-389, 2015.

SAUL, A.; SAUL, A. M. A metodologia da Investigação Temática: elementos político-epistemológicos de uma práxis de pesquisa crítico-emancipatória. **Revista e-Curriculum**, v. 15, n. 2, p. 429–454, 2017.

SANTOS, L. A. J. **Formação continuada de professores de ciências para uma escola inclusiva.** Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Formação de Professor). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2017.

SANTOS, J. A. dos. Formação de professores: breve relação do conceito de diálogo de Paulo Freire com o dialogismo Bakhtiniano. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 10, n. 28, p. 39–51, 2022.

SANTOS, R. A. AULER, D. Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência-Tecnologia na Sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 485-503, 2019.

SANTOS, R. do N. **Uma tentativa de ruptura do modelo de ensino esportivista com alunos do oitavo ano: Um relato de experiência.** 2018. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

SANTOS, R. S.; FRISON, M. D. Reflexões acerca da formação inicial de professores de química e o papel da experimentação como instrumento pedagógico no ensino. **Revista Didática Sistemática**, Rio Grande do Sul, v. 15, n. 2, p. 140 -154, 2013.

SANTOS, R. A. **Busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da ciência-tecnologia na sociedade: sinalizações de práticas educativas CTS.** 2016. 205 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência & Ensino, Piracicaba**, v. 1, número especial, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W.L.P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12 n. 36, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em foco.** Ijuí: Unijuí, 2010.

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**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1. p. 95 – 111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: Unijuí, 2015.

SANTOS, F. H. S.; SOUZA, C. E. G. **Resíduos de origem eletrônica.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P., **Educação em química: compromisso com a cidadania**, 4ª edição, Ijuí: Editora da Unijuí, 2010.

SANTOS, W. L. P; SCHNETZLER, R.P. S. **Educação em Química.** 3 ed. Unijuí, 2003.

SASSON, A. **A renovação de ensino das ciências no contexto da reforma da educação secundária.** In: MACEDO, B. (Org). Cultura científica: um direito de todos. Brasília: UNESCO Brasil, OREALC, MEC, MCT, 2003.

SATO, M. Identidades da Educação Ambiental como rebeldia contra a hegemonia do desenvolvimento sustentável. In: XII JORNADAS DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS POLÍTICAS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Lisboa: **Anais... ASPEA**, 2005, 5p.

SOUZA, B.C.; VALADARES, J. M. O ensino de ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos. **Ciência & Educação**, Bauru, 2022.

SOUZA, D. G. T. et al., O uso do recurso digital Mentimeter como ferramenta facilitadora no ensino-aprendizagem: na percepção dos alunos do curso de especialização em ensino de ciências e matemática do IFPA Campus Santarém. In: Congresso Brasileiro de Química (CBQ), 59., 2019, João Pessoa. **Anais eletrônicos**. João Pessoa: CBQ.

SOUZA, P. S.; GORRI, A. P. Agrotóxicos no Brasil: Uma Visão Relacional a Partir da Articulação Freire-CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019.

SOTO, M.; PASSOS, L.A. Pelo prazer fenomenológico de um não texto. In: GUIMARÃES, M. (Org). **Caminhos da Educação Ambiental: Da forma à ação**. 5. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2012, p.17-30.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SERENA, S. M. **Currículo popular crítico do Ensino da Arte a partir da realidade: conflitos e possibilidades de emancipação dos sujeitos**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Educação). Universidad Politécnica y Artística del Paraguay, Ciudad del Leste, 2012.

SILVA, B. O.; CÂMARA, S. C; AFONSO, J. C. Série histórica da composição química de pilhas alcalinas e zinco-carbono fabricadas entre 1991 e 2009, **Química Nova**, vol. 34, nº 5, 2011, p. 812-818.

SILVA, L. R. **Contribuições de uma disciplina CTS para a qualidade da Educação: um estudo de caso na formação inicial de professores**. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação), Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2013.

SILVA, M. H. S. **Caso simulado CTS e temas controversos na educação científica e tecnológica: aspectos da produção e análise discursiva de uma matriz de referência**. 2021. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2021.

SHOR, IRA. **Critical Teaching and Everyday Life**, Southend Press, Boston, 1980.

SCHNETZLER, R. P. **Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências**. Brasília, nº 55, jul./set, p. 1 – 22, 1992.

SCHNETZLER, R. P. Concepções e Alertas sobre Formação Continuada. **Química nova na escola** n. 16, nov. 2002. Seção Espaço Aberto.

SCHOWAN, G.; SANTOS, R. A.; KLESZTA, S. F. **A investigação temática na perspectiva Freire-CTS como dinâmica curricular**: resultados do desenvolvimento em sala de aula. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, XIII ENPEC., 2021.

SKOOG, D. *et al.* **Fundamentos da química analítica**. 8 ed., São Paulo: Thomson, 2008.

SKOOG, D. A. *et al.* **Fundamentos da química analítica**, 9 ed., São Paulo: Cengage Learning, 2012, p. 753-763.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS na educação científica no Brasil**: sentidos e perspectiva. Tese de Doutorado. Instituto de Física e Faculdade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STUANI, G. M. **A construção curricular popular crítica no ensino de ciências e suas implicações na prática docente**. **Dissertação** (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

STEP INITIATIVE. **One Global Definition of E-Waste**. United Nations University, Bonn, Germany, 2014.

STRIEDER, R. **Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências), Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STRECK, D. R. Participatory research methodologies and popular education: Reflections on quality criteria. **Interface: Communication, Health, Education**, v. 20, n. 58, p. 537–547, 2016.

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

TOLEDO, R. F.; GIATTI, L. L.; JACOBI, P. R. A pesquisa-ação em estudos interdisciplinares: Análise de critérios que só a prática pode revelar. **Interface — Comunicação, Saúde, Educação**, v. 18, n. 51, p. 633–646, 2014.

TORRES, J. R.; MAESTRELLI, S. R. P. Apropriações da concepção educacional de Paulo Freire na educação ambiental: um olhar crítico. In: **Revista Contemporânea de Educação**, UFRJ: Rio de Janeiro, nº 14, agosto/dezembro de 2012, p. 319-344.

TUAN, Y. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. Londrina: Eduel, 2012.

TANSKANEN, P. Management and recycling of electronic waste. **Acta Materialia**, 61(3), 1001–1011, 2013.

TRIVINOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 161-184.

VILLULLAS, H. M; TICIANELLI, E. A; GONZÁLEZ, E. R. Células a combustível: energia limpa a partir de fontes renováveis. **Química Nova na Escola**, v. 15, p.28-34, 2002.

VITOR, A. M.; TURCI, M.; SILVA, R. P.; DIAS, S. Análise do Conhecimento da População em Relação ao Descarte de Pilhas e Baterias de Celulares na Cidade de Belo Horizonte MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30, 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ENEGEP, 2010.

ZABALA, A.A **Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZUIN, V. G.; ZUIN, A. A. S. O laboratório de química como locus de experiências formativas. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 19, e2681, 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS**



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)**

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) _____ para participar, como voluntário (a), da pesquisa: Investigação Temática: elaboração e análise de uma sequência didática com tema gerador baseada na integração entre a educação problematizadora de Paulo Freire e os princípios da abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA)

Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Wilson Antonio da Silva, que reside em Travessa João Batista – Umari – Bom jardim, CEP: 557300-00, Telefone – (81) 997880355. E-mail: wilson.antonio98@hotmail.com (inclusive para ligações a cobrar). e está sob a orientação de: Ruth do Nascimento Firme - Telefone: (81) 33205414, e-mail ruthquimica.ufrpe@gmail.com

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa:** Esta investigação enquadra-se em um conjunto de reflexões relacionadas ao Ensino das Ciências, mais especificamente o Ensino de Química, fundamentado na Investigação Temática aliada à Educação Problematizadora de Paulo Freire, e integrada à perspectiva da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Quando se articula Freire com os aspectos da

abordagem CTSa o que se procura é a participação da sociedade pela superação de seu silêncio, como aponta Auler (2002). Nessa visão, existe um sentido de reivindicação de democratização das decisões dos temas geradores envolvendo Ciência-Tecnologia, além de estimular um ensino que proporcione uma visão crítica do mundo para transformar a realidade. Partindo desse contexto, conduziremos esta investigação a partir do seguinte problema: Quais são as contribuições e limitações da aplicação de uma sequência didática fundamentada na educação problematizada Freireana e na perspectiva CTSa para desenvolvimento do pensamento crítico dos educandos e sua formação para a cidadania? Para o alcance da contemplação do problema, adotamos uma pesquisa do tipo participante de natureza qualitativa. Para obtenção do tema gerador será utilizado a dinâmica da Investigação Temática (FREIRE, 1978), sintetizada nas seguintes etapas: 1) Estudo da realidade; 2) Análise das situações-limite; 3) Círculo de cultura; 4) Redução Temática e 5) Trabalho em Sala de aula. Para o desenvolvimento das aulas, tendo em vista a compreensão do Tema Gerador, utilizaremos a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP).

- **Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa.** A pesquisa será desenvolvida no período de cinco semanas, tendo encontros semanais, com base na disponibilidade da disciplina, que são três aulas semanais. Cada aula tem um total de 50min. Com início no dia 09/05/2023 até o dia 30/06/2023. Vale salientar, que cada aula tem 45min, sendo assim, durante a semana teremos um quantitativo de 150 min, totalizando todos os encontros semanais, teremos um total de 750 minutos.
- **RISCOS diretos para o voluntário.** Ao participar da pesquisa, você poderá sentir cansaço mental, aborrecimento ao responder questionário, receio por estar participando da vídeo-gravação e alterações provocadas pela evocação de memórias. Para sua minimização, as vídeo-gravações se darão apenas em momentos pontuais da intervenção quando for gerado algum debate. Além disso, não haverá compartilhamento eletrônico das gravações, a qual ficará registrada apenas no computador do pesquisador principal.
- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.**

Contribuir para a construção de concepções crítico-humanizadora, que oportunize aos indivíduos o exercício da cidadania, de forma plena. Possibilitando refletirem sobre seus próprios conhecimentos construído durante o âmbito escolar e como torná-los cada dia melhores. Assim, buscamos oportunizar, também, encontros mais criativos e didáticos, fugindo do clássico tradicional que muitos estudantes estão acostumados a ter, inclusive na academia. Então, os estudantes poderão atuar como agentes ativos nesse processo de ensino aprendizagem e crítico reflexivo sobre a realidade que os cerca.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, questionários, fotos, diários de bordo), ficarão armazenados em pastas de arquivo no computador pessoal, sob a responsabilidade de Wilson

Antonio da Silva, pesquisador responsável pela pesquisa, no endereço acima informado, pelo período mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br.

Assinatura do pesquisador (a)

APÊNDICE B



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS**



**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)**

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: Investigação Temática: elaboração e análise de uma sequência didática com tema gerador baseada na integração entre a educação problematizadora de Paulo Freire e os princípios da abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA).

Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Wilson Antonio da Silva, que reside em Travessa João Batista – Umari – Bom jardim, CEP: 557300-00, Telefone – (81) 997880355. E-mail: wilson.antonio98@hotmail.com (inclusive para ligações a cobrar). e está sob a orientação de: Ruth do Nascimento Firme - Telefone: (81) 33205414, e-mail ruthquimica.ufrpe@gmail.com

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa:** Esta investigação enquadra-se em um conjunto de reflexões relacionadas ao Ensino das Ciências, mais especificamente o Ensino de Química, fundamentado na Investigação Temática aliada à Educação Problematicadora de Paulo Freire, e integrada à perspectiva da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Quando se articula Freire com os aspectos da abordagem CTSA o que se procura é a participação da sociedade pela superação de

seu silêncio, como aponta Auler (2002). Nessa visão, existe um sentido de reivindicação de democratização das decisões dos temas geradores envolvendo Ciência-Tecnologia, além de estimular um ensino que proporcione uma visão crítica do mundo para transformar a realidade. Partindo desse contexto, conduziremos esta investigação a partir do seguinte problema: Quais são as contribuições e limitações da aplicação de uma sequência didática fundamentada na educação problematizada Freireana e na perspectiva CTSA para desenvolvimento do pensamento crítico dos educandos e sua formação para a cidadania? Para o alcance da contemplação do problema, adotamos uma pesquisa do tipo participante de natureza qualitativa. Para obtenção do tema gerador será utilizado a dinâmica da Investigação Temática (FREIRE, 1978), sintetizada nas seguintes etapas: 1) Estudo da realidade; 2) Análise das situações-limite; 3) Círculo de cultura; 4) Redução Temática e 5) Trabalho em Sala de aula. Para o desenvolvimento das aulas, tendo em vista a compreensão do Tema Gerador, utilizaremos a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP).

- **Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa.** A pesquisa será desenvolvida no período de cinco semanas, tendo encontros semanais, com base na disponibilidade da disciplina, que são três aulas semanais. Cada aula tem um total de 50min. Com início no dia 09/05/2023 até o dia 30/06/2023. Vale salientar, que cada aula tem 45min, sendo assim, durante a semana teremos um quantitativo de 150 min, totalizando todos os encontros semanais, teremos um total de 750 minutos.
- **RISCOS diretos para o voluntário.** Ao participar da pesquisa, você poderá sentir cansaço mental, aborrecimento ao responder questionário, receio por estar participando da vídeo-gravação e alterações provocadas pela evocação de memórias. Para sua minimização, as vídeo-gravações se darão apenas em momentos pontuais da intervenção quando for gerado algum debate. Além disso, não haverá compartilhamento eletrônico das gravações, a qual ficará registrada apenas no computador do pesquisador principal.
- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.**

Contribuir para a construção de concepções crítico-humanizadora, que oportunize aos indivíduos o exercício da cidadania, de forma plena. Possibilitando refletirem sobre seus próprios conhecimentos construído durante o âmbito escolar e como torná-los cada dia melhores. Assim, buscamos oportunizar, também, encontros mais criativos e didáticos, fugindo do clássico tradicional que muitos estudantes estão acostumados a ter, inclusive na academia. Então, os estudantes poderão atuar como agentes ativos nesse processo de ensino aprendizagem e crítico reflexivo sobre a realidade que os cerca.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, questionários, fotos, diários de bordo), ficarão armazenados em pastas de arquivo no computador pessoal, sob a responsabilidade de Wilson Antonio da Silva, pesquisador responsável pela pesquisa, no endereço acima informado, pelo período mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br.

Assinatura do pesquisador (a)

**ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO
VOLUNTÁRIO(A)**

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado pela pessoa por mim designada, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “Investigação Temática: elaboração e análise de uma sequência didática com tema gerador baseada na integração entre a educação problematizadora de Paulo Freire e os princípios da abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA)”, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Surubim – PE, ____ de _____ de _____.

Assinatura do (da) menor: _____

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE C

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo: Investigação Temática: elaboração e análise de uma sequência didática com tema gerador baseada na integração entre a educação problematizadora de Paulo Freire e os princípios da abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Surubim – PE, ____ de _____ de _____.

Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE D



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS



TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: Investigação Temática: elaboração e análise de uma sequência didática com tema gerador baseada na integração entre a educação problematizadora de Paulo Freire e os princípios da abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA)

Pesquisador responsável: Wilson Antonio da Silva

Instituição/Departamento de origem do pesquisador: Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Telefone para contato: (81) 99788-0355

E-mail: wilson.antonio98@hotmail.com

O pesquisador do projeto supramencionado assume o compromisso de:

- Garantir que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE e que os dados coletados serão armazenados pelo período mínimo de 05 anos após o termino da pesquisa;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados serão estudados e divulgados apenas em eventos ou publicações científicas, de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificá-los;
- Garantir o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais, além do devido respeito à dignidade humana;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Assegurar que os resultados da pesquisa serão anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Final da pesquisa;

Surubim, de de 2023.

Assinatura Pesquisador Responsável

APÊNDICE E

ORIENTAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA E AS QUESTÕES NORTEADORAS

Antes de começar a entrevista, é importante estabelecer uma atmosfera ética e respeitosa. O roteiro a seguir servirá como um guia para conduzir a entrevista de forma adequada e garantir a integridade, confidencialidade e consentimento informado dos participantes.

1. Apresentação:

- a) Apresente-se como entrevistador e mencione o objetivo do projeto.
- b) Explique brevemente o propósito da entrevista e como as informações coletadas serão usadas no estudo.
- c) Deixe claro que a participação é voluntária e que os participantes têm o direito de interromper a entrevista a qualquer momento sem consequências negativas.

2. Consentimento Informado:

- a) Forneça informações claras sobre a confidencialidade e o anonimato dos participantes, garantindo que as informações pessoais não serão divulgadas sem permissão explícita.
- b) Ofereça-se para esclarecer quaisquer dúvidas ou preocupações que os participantes possam ter antes de prosseguir com a entrevista.

3. Objetivos da Entrevista:

- a) Compartilhe os principais objetivos da entrevista, explicando quais tipos de informações serão solicitadas.
- b) Garanta que o participante entenda que suas respostas são valiosas e contribuirão para o avanço do conhecimento na área em questão.
- c) Explique como os dados coletados serão armazenados e protegidos durante o desenvolvimento das etapas.

4. Encerramento:

- a) Agradeça ao participante pelo tempo dedicado à entrevista.
- b) Ofereça-se para fornecer um resumo dos principais resultados do projeto, se desejado.
- c) Forneça informações de contato para que os participantes possam entrar em contato com você caso tenham dúvidas adicionais ou desejem obter mais informações sobre o projeto.

5. Questões norteadoras da entrevista com a comunidade

1. Qual é o seu entendimento sobre o termo "lixo eletrônico"?

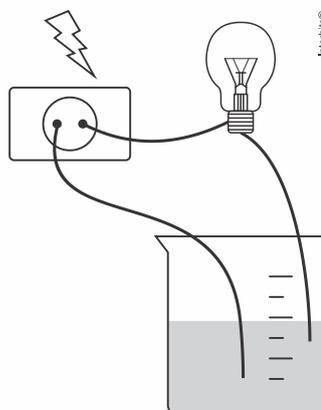
2. Você tem conhecimento sobre os impactos ambientais e à saúde associados ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos? Poderia compartilhar alguns exemplos?
3. Como você costuma descartar seus aparelhos eletrônicos quando não os utiliza mais?
4. Você já teve alguma experiência de descarte inadequado de lixo eletrônico? Se sim, poderia contar um pouco sobre essa experiência?
5. Na sua opinião, quais são os principais desafios enfrentados para o descarte correto de resíduos eletrônicos?
6. Você está ciente da existência de pontos de coleta específicos para o descarte de lixo eletrônico na sua região? Utiliza esses pontos de coleta?
7. Quais são as suas percepções sobre a importância da reciclagem de lixo eletrônico? Por que você acha importante dar um destino adequado a esses resíduos?
8. Quais medidas você acredita que poderiam ser adotadas para aumentar a conscientização sobre o descarte correto de lixo eletrônico na sociedade?

APÊNDICE – F

LISTA DE EXERCÍCIO

1. (ENEM (Libras) 2017) Realizou-se um experimento, utilizando-se o esquema mostrado na figura, para medir a condutibilidade elétrica de soluções. Foram montados cinco *kits* contendo, cada um, três soluções de mesma concentração, sendo uma de ácido, uma de base e outra de sal. Os *kits* analisados pelos alunos foram:

Kit	Solução 1	Solução 2	Solução 3
1	H_3BO_3	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	AgBr
2	H_3PO_4	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	KCl
3	H_2SO_4	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	AgBr
4	HClO_4	NaOH	NaCl
5	HNO_3	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	CaSO_4



Qual dos kits analisados provocou o acendimento da lâmpada com um brilho mais intenso nas três soluções?

- (A) Kit 4.
- (B) Kit 5.
- (C) Kit 3.
- (D) Kit 1.
- (E) Kit 2.

2. (ENEM 2015) A calda bordalesa é uma alternativa empregada no combate a doenças que afetam folhas de plantas. Sua produção consiste na mistura de uma solução aquosa de sulfato de cobre (II), CuSO_4 , com óxido de cálcio, CaO , e sua aplicação só deve ser realizada se estiver

levemente básica. A avaliação rudimentar da basicidade dessa solução é realizada pela adição de três gotas sobre uma faca de ferro limpa. Após três minutos, caso surja uma mancha avermelhada no local da aplicação, afirma-se que a calda bordalesa ainda não está com a basicidade necessária. O quadro apresenta os valores de potenciais padrão de redução (E^0) para algumas semirreações de redução.

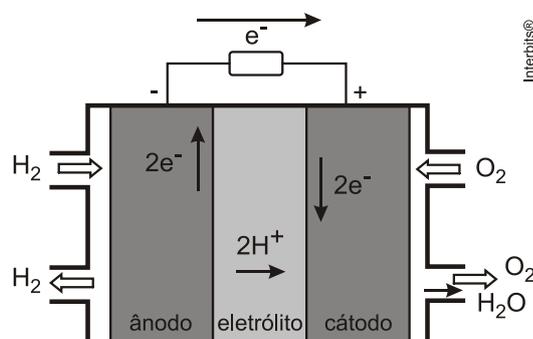
Semirreação de redução	E^0 (V)
$\text{Ca}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Ca}$	-2,87
$\text{Fe}^{3+} + 3 e^- \rightarrow \text{Fe}$	-0,04
$\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34
$\text{Cu}^+ + e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,52
$\text{Fe}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0,77

MOTTA, I. S. *Calda bordalesa: utilidades e preparo*. Dourados: Embrapa, 2008 (adaptado).

A equação química que representa a reação de formação da mancha avermelhada é:

- (A) $\text{Ca}_{(\text{aq})}^{2+} + 2 \text{Cu}_{(\text{aq})}^+ \rightarrow \text{Ca}_{(\text{s})} + 2 \text{Cu}_{(\text{aq})}^{2+}$.
- (B) $\text{Ca}_{(\text{aq})}^{2+} + 2 \text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+} \rightarrow \text{Ca}_{(\text{s})} + 2 \text{Fe}_{(\text{aq})}^{3+}$.
- (C) $\text{Cu}_{(\text{aq})}^{2+} + 2 \text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+} \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})} + 2 \text{Fe}_{(\text{aq})}^{3+}$.
- (D) $3 \text{Ca}_{(\text{aq})}^{2+} + 2 \text{Fe}_{(\text{s})} \rightarrow 3 \text{Ca}_{(\text{s})} + 2 \text{Fe}_{(\text{aq})}^{3+}$.
- (E) $3 \text{Cu}_{(\text{aq})}^{2+} + 2 \text{Fe}_{(\text{s})} \rightarrow 3 \text{Cu}_{(\text{s})} + 2 \text{Fe}_{(\text{aq})}^{3+}$.

3. (ENEM 2010) O crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado decisivamente o progresso da humanidade, mas também tem criado uma séria preocupação: o prejuízo ao meio ambiente. Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células a combustível hidrogênio/oxigênio.

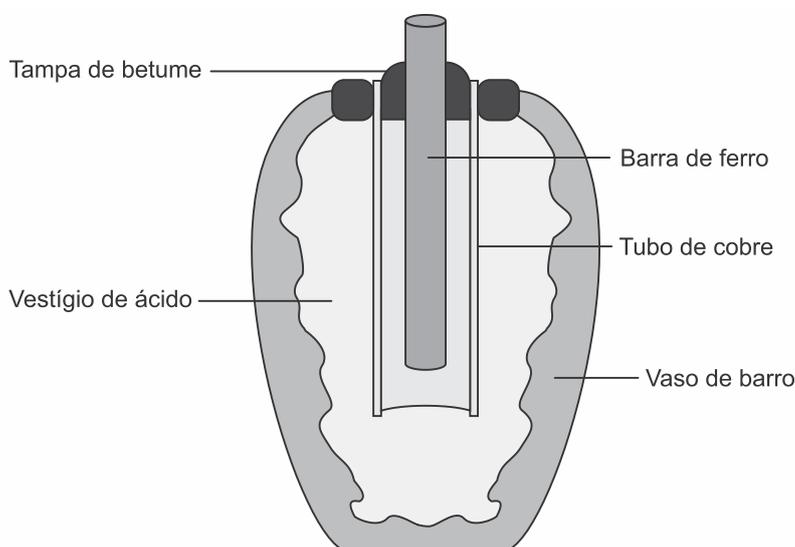


VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R.
Química Nova Na Escola. Nº15, maio 2002.

Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque:

- (A) converte a energia química contida nas moléculas dos componentes em energia térmica, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.
- (B) transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente, porque o principal subproduto formado é a água.
- (C) transforma energia química em energia elétrica, porém emite gases poluentes da mesma forma que a produção de energia a partir dos combustíveis fósseis.
- (D) converte energia elétrica proveniente dos combustíveis fósseis em energia química, retendo os gases poluentes produzidos no processo sem alterar a qualidade do meio ambiente.
- (E) converte a energia potencial acumulada nas moléculas de água contidas no sistema em energia química, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.

4. (ENEM 2018) Em 1938 o arqueólogo alemão Wilhelm König, diretor do Museu Nacional do Iraque, encontrou um objeto estranho na coleção da instituição, que poderia ter sido usado como uma pilha, similar às utilizadas em nossos dias. A suposta pilha, datada de cerca de 200 a.C., é constituída de um pequeno vaso de barro (argila) no qual foram instalados um tubo de cobre, uma barra de ferro (aparentemente corroída por ácido) e uma tampa de betume (asfalto), conforme ilustrado. Considere os potenciais-padrão de redução: $E^{\circ}_{\text{red}}(\text{Fe}^{2+} | \text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$; $E^{\circ}_{\text{red}}(\text{H}^+ | \text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$; e $E^{\circ}_{\text{red}}(\text{Cu}^{2+} | \text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$.

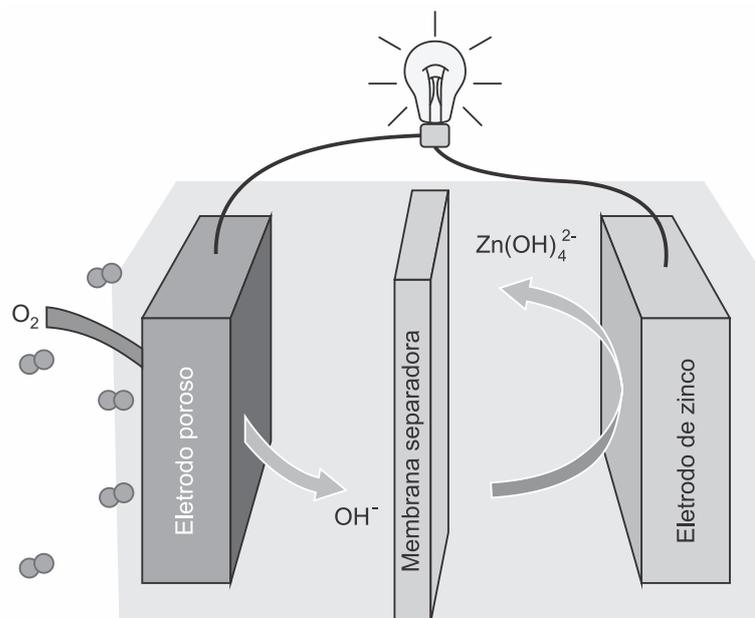


As pilhas de Bagdá e a acupuntura. Disponível em: <http://jornalgn.com.br>. Acesso em: 14 dez. 2014 (adaptado).

Nessa suposta pilha, qual dos componentes atuaria como cátodo?

- (A) A tampa de betume.
- (B) O vestígio de ácido.
- (C) A barra de ferro.
- (D) O vaso de barro.
- (E) O tubo de cobre.

5. (ENEM 2019) Grupos de pesquisa em todo o mundo vêm buscando soluções inovadoras, visando à produção de dispositivos para a geração de energia elétrica. Dentre eles, pode-se destacar as baterias de zinco-ar, que combinam o oxigênio atmosférico e o metal zinco em um eletrólito aquoso de caráter alcalino. O esquema de funcionamento da bateria zinco-ar está apresentado na figura.



LI, Y.; DAI, H. Recent Advances in Zinc-Air Batteries. *Chemical Society Reviews*, v. 43, n. 15, 2014 (adaptado).

No funcionamento da bateria, a espécie química formada no ânodo é

- (A) $H_{2(g)}$
- (B) $O_{2(g)}$
- (C) $H_2O_{(l)}$
- (D) $OH^-_{(aq)}$
- (E) $Zn(OH)_4^{2-}_{(aq)}$

6. (UPE-SSA 2017) Um fio de cobre foi retorcido em formato de uma “árvore de natal” e colocado dentro de um béquer. Em seguida, transferiu-se um volume de uma solução salina para a vidraria, o suficiente para cobrir o objeto metálico. Após determinado período, a solução ficou azulada, e pequenos cristais cobriram toda a superfície da árvore de natal.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=9dYp97XcvtM>

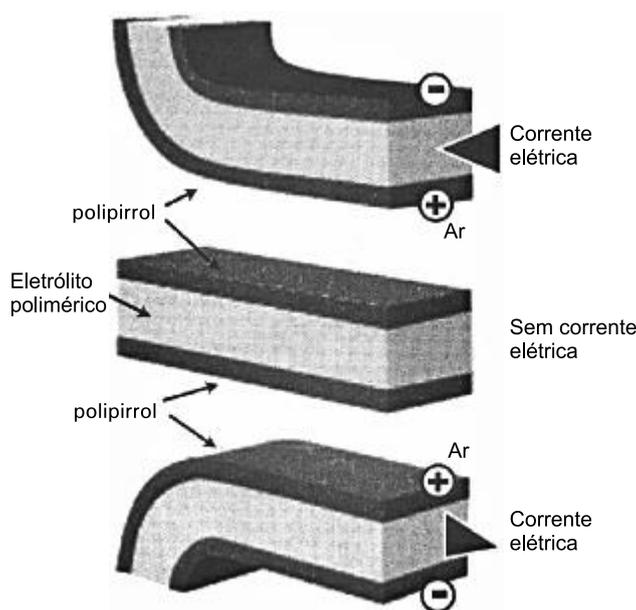
Dados:



Qual é o sal presente na solução adicionada ao béquer?

- (A) NaCl
- (B) MgCl_2
- (C) AgNO_3
- (D) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- (E) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$

7. (ENEM- 2013) Músculos artificiais são dispositivos feitos com plásticos inteligentes que respondem a uma corrente elétrica com um movimento mecânico. A oxidação e redução de um polímero condutor criam cargas positivas e/ou negativas no material, que são compensadas com a inserção ou expulsão de cátions ou ânions. Por exemplo, na figura os filmes escuros são de polipirrol e o filme branco é de um eletrólito polimérico contendo um sal inorgânico. Quando o polipirrol sofre oxidação, há a inserção de ânions para compensar a carga positiva no polímero e o filme se expande. Na outra face do dispositivo o filme de polipirrol sofre redução, expulsando ânions, e o filme se contrai. Pela montagem, em sanduíche, o sistema todo se movimenta de forma harmônica, conforme mostrado na figura.

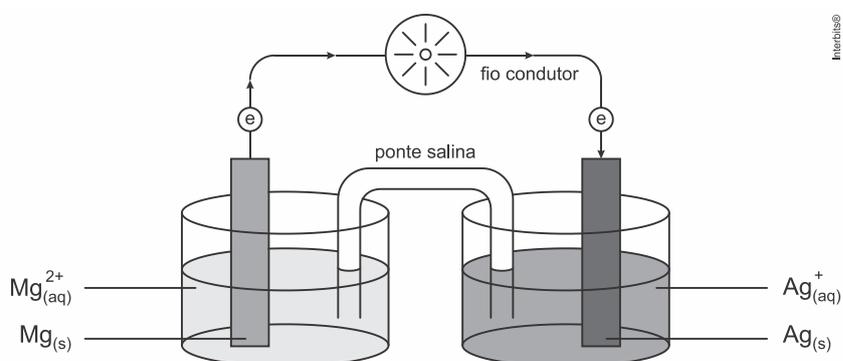


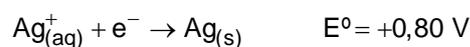
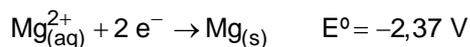
DE PAOLI, M. A. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*. São Paulo, maio 2001 (adaptado).

A camada central de eletrólito polimérico é importante porque

- (A) absorve a irradiação de partículas carregadas, emitidas pelo aquecimento elétrico dos filmes de polipirrol.
- (B) permite a condução de elétrons livres, promovida pela aplicação de diferença de potencial, gerando corrente elétrica.
- (C) mantém um gradiente térmico no material para promover a dilatação/contração térmica de cada filme de polipirrol.
- (D) permite a difusão dos íons promovida pela aplicação de diferença de potencial, fechando o circuito elétrico.
- (E) promove a polarização das moléculas poliméricas, o que resulta no movimento gerado pela aplicação de diferença de potencial.

8. (UPF 2017) A figura abaixo apresenta a representação de uma célula eletroquímica (pilha) e potenciais de redução das semirreações.





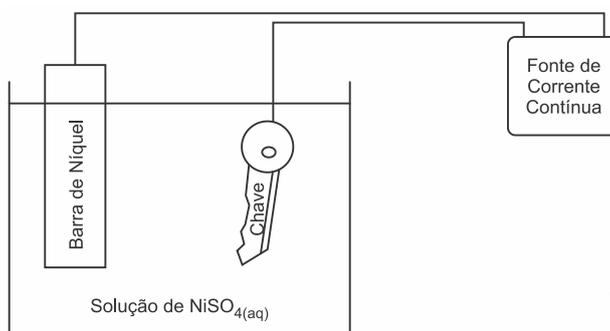
Considerando-se a informação dada, analise as seguintes afirmações:

- I. O eletrodo de prata é o polo positivo, no qual ocorre a redução.
- II. O magnésio é o agente oxidante da pilha.
- III. A diferença de potencial (ddp) da pilha representada na figura é de +3,17 V.
- IV. O sentido do fluxo dos elétrons se dá do cátodo para o ânodo.

É **incorreto** apenas o que se afirma em:

- (A) I e II.
- (B) II e IV.
- (C) II e III.
- (D) I e III.
- (E) III e IV.

9. (UEG 2018) A galvanização é um processo que permite dar um revestimento metálico a determinada peça. A seguir é mostrado um aparato experimental, montado para possibilitar o revestimento de uma chave com níquel.

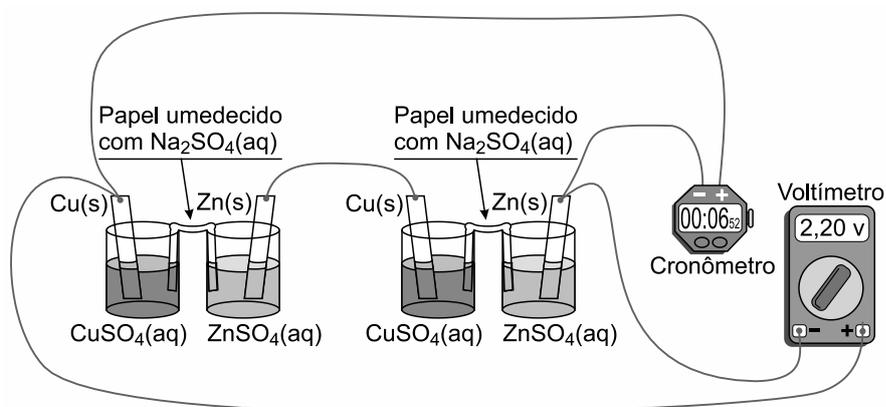


No processo de revestimento da chave com níquel ocorrerá, majoritariamente, uma reação de X, representada por uma semirreação Y. Nesse caso, o par X, Y pode ser representado por:

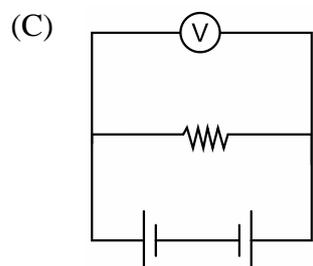
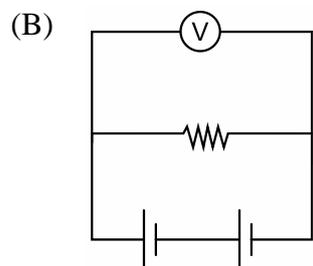
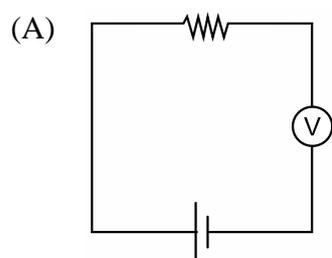
- (A) redução, $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ni}_{(\text{s})}$
- (B) redução, $\text{Ni}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^{-}$
- (C) oxidação, $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ni}_{(\text{s})}$
- (D) oxidação, $\text{Ni}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^{-}$
- (E) redução, $\text{Ni}^{+} + 1\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ni}_{(\text{s})}$

10. (ENEM 2021) É possível ligar aparelhos elétricos de baixa corrente utilizando materiais

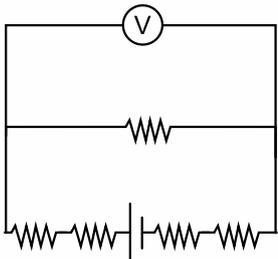
comuns de laboratório no lugar das tradicionais pilhas. A ilustração apresenta uma montagem que faz funcionar um cronômetro digital.



Utilizando a representação de projetos elétricos, o circuito equivalente a esse sistema é



(D)



(E)

