UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

INÊS GIRLENE DOS SANTOS MONTEIRO

TEORIA DA ATIVIDADE E ABORDAGEM CTS: ANALISANDO SISTEMAS DE ATIVIDADES E INTER-RELAÇÕES ENTRE ASPECTOS CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS E SOCIAIS EM AULAS DE QUÍMICA SOBRE POLÍMEROS

Recife
2024

INÊS GIRLENE DOS SANTOS MONTEIRO

A TEORIA DA ATIVIDADE E ABORDAGEM CTS: ANALISANDO SISTEMAS DE ATIVIDADES E INTER-RELAÇÕES ENTRE ASPECTOS CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS E SOCIAIS EM AULAS DE QUÍMICA SOBRE POLÍMEROS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Ensino de Ciências. Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientadora: Edenia Maria Ribeiro do Amaral

Recife
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

M772t Monteiro, Inês Girlene dos Santos.
Teoria da Atividade e abordagem CTS: analisando sistemas de atividades e inter-relações entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais em aulas de química sobre polímeros / Inês Girlene dos Santos Monteiro. – Recife, 2024.
233 f.; il.

Orientador(a): Edenia Maria Ribeiro do Amaral.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, BR-PE, 2024.

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

1. Polímeros. 2. Química - Ensino médio. 3. Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). 4. Didática (Ensino médio) I. Amaral, Edenia Maria Ribeiro do, orient. II. Título

CDD 507

INÊS GIRLENE DOS SANTOS MONTEIRO

A TEORIA DA ATIVIDADE E ABORDAGEM CTS: ANALISANDO SISTEMAS DE ATIVIDADES E INTER-RELAÇÕES ENTRE ASPECTOS CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS E SOCIAIS EM AULAS DE QUÍMICA SOBRE POLÍMEROS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ensino das Ciências.

Aprovada em: 09 / 08 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

_____

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

_____

Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga (Examinador Interno)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

_____

Profa. Dra. Ivoneide Mendes da Silva (Examinadora Interna)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

_____

Prof. Dr. Albino Oliveira Nunes (Examinador Externo)
Instituto Federal do Rio Grande do Norte

_____

Profa. Dra. Bruna Herculano da Silva Bezerra (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, meu Senhor, que segurou na minha mão, guiando-me e ajudando-me em todos os momentos. A Ti, Senhor, toda honra e toda glória.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é reconhecer que o que se é e aonde se chega, não somos nem chegamos sós. Afinal, ninguém é alguém sozinho. E sozinho não se chega a lugar nenhum. E sob a inspiração do som melódico da música O Alquimista, de Analaga e Stefano, escrevo estes agradecimentos.

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida, pelas experiências vividas, pelas pessoas que entraram, saíram e as que permanecem presentes na minha vida. Por sentir Sua presença nos momentos de dificuldades e nos momentos de alegrias, todos os dias estás comigo.

À minha orientadora, Edenia Amaral, que tanto admiro. Pessoa acolhedora, senti-me sempre abraçada por suas palavras e ao ouvir o som de sua voz, sempre encorajando-me e ensinando-me de forma amorosa e humana, tornando o processo de doutoramento um pouco mais leve. Uma das frases marcantes ouvida de você foi “Sou porque nós somos”, da filosofia Ubuntu e faz todo sentido para mim. Seus ensinamentos vão além desta tese.

Agradeço à minha família pela paciência e por suportar minha ausência em tantos momentos de isolamento durante as disciplinas, estudos e escrita da tese. Peço também desculpas pelos momentos de irritabilidade da minha parte, de muitas vezes não conseguir cumprir de forma desejável meu papel de mãe, de não ter conseguido muitas vezes deixar almoço pronto como eu me planejava. Aos meus filhos, Larissa (hoje com 11 anos) e Théo (hoje com 4 anos), o meu amor infinito. Ao meu esposo William, obrigada por estar sempre presente e suprir as necessidades da nossa família nos momentos que não pude. Sem você eu não conseguiria realizar meu doutoramento, sonho meu e projeto para nossa vida. Amo-te.

À minha mãe, Célia, que apesar de não compreender esse processo nem aonde eu cheguei, eu agradeço por tudo e por tanto. Na sua simplicidade, ensinou-me a lutar e seguir a vida com responsabilidade. Aos meus irmãos André e Kelly, à minha cunhada Cristina, aos meus tios Karla e Marcone, à minha tia Doralice Torres, à minha tia Maria das Vitórias, ao meu pai Williams (*in memoriam*), a minha tia Silvânia (*in memoriam*) e à minha avó paterna Severina (*in memoriam*), agradeço pelos ensinamentos, por estarem sempre presentes na minha trajetória, pelo amor e carinho dados sem medidas, por acompanharem meu crescimento e formação de vida. Sou o que sou porque foram vocês que me ensinaram.

Quero deixar meu agradecimento aos meus queridos amigos Adriana Paes e Erick Wayne. Obrigada por estarem presentes nesses quase sete anos de amizade, ainda mais nos últimos anos. Obrigada pelo ombro amigo que nunca me faltou, pela escuta e pelos risos, pelas palavras de força e afirmação, de ânimo nos momentos de desafios. Vocês foram presentes de Deus na minha vida e nessa trajetória tão árdua. Sônia, obrigada pela sua amizade, gentileza e delicadeza, sempre trazendo palavras certas nos momentos exatos. Obrigada pelos abraços e mensagens recebidas, um bálsamo para o coração. Reginaldo, homem de coração imenso, sua maior riqueza é sua simplicidade. Obrigada pela amizade e parceria em tantos projetos lindos que nos levou à Harvard e ao MIT nos Estados Unidos, um marco importante para nossas vidas, nossa história e dos estudantes que estiveram conosco, Esther, Matheus, Arthur, Douglas e Keven. Aprendi muito com você, Reginaldo.

Externo aqui meus agradecimentos ao professor e gestor Pedro Bernardo, da escola em que atualmente trabalho e onde desenvolvi esta pesquisa. Obrigada por acreditar e confiar no meu trabalho como educadora e sempre apoiar os projetos desenvolvidos na instituição e por me permitir realizar minha pesquisa de doutorado. Saiba que tenho aprendido muito com você nesses anos. Agradeço aos demais amigos e colegas de trabalho Ronison, Ana Mendonça, Joana, Marilene, Cleybson, a todos os demais.

Agradeço a Rubens pela amizade construída neste último ano, embora já tenhamos nos conhecido lá por volta de 2014. Obrigada por sua amizade e encorajamento, força e torcida sem medidas durante todo o processo do concurso da UFPE. Seu direcionamento e conselhos foram um verdadeiro norte nesse processo e ainda mais nessa reta final da escrita desta tese. Sou verdadeiramente grata a Deus por você e sua família.

Deixo aqui registrado o meu agradecimento e carinho ao belo pássaro que chegou em minha janela de repente e despretensiosamente, mas que tive um prazer imenso em conhecê-lo. Seu belo canto, por muitas vezes, foi um acalanto nos momentos de tristeza, foi escuta das minhas angústias, ajudou-me em um dos momentos mais importantes da minha vida. E uma das grandes alegrias gostaria de dividir com você, meu pássaro amigo. Espero ouvir seu belo canto novamente em minha janela. Obrigada por ter chegado no momento exato.

Aos meus professores da Educação Básica ao Doutorado. Sei que cometerei um erro gravíssimo, mas sinto em meu coração a necessidade de externar meu agradecimento a alguns que me marcaram. Agradeço à tia Simone, do antigo maternal, hoje é técnica em enfermagem do Hospital João Murilo de Oliveira. À tia Zefinha (Josefa Felix), professora da 1ª a 4ª série e até hoje ao encontrá-la a chamo do mesmo jeito. Aos professores Adriana Paes (hoje minha amiga e colega de trabalho), Doracy, Jovenzinha (Maria José Gomes), Célio Roberto (*in memoriam*), Urbano e Maria José Lima. Aos demais, sintam-se representados. Obrigada pela paciência ao me ensinar, pelos conselhos dados e por acreditarem no meu potencial.

Aos professores da graduação, Kilma Viana, Erick Viana, Ronaldo, Wlisses Guimarães, Clécio dos Santos, Claudio Perdigão, Hosana, Ana Patrícia, Rodrigo, Otávio Junior, Heise Aires e Nieldy Miguel. Vocês foram fundamentais na minha formação inicial. Forjaram em mim os primeiros passos do Ser Professor que hoje habita em mim. Aos professores do mestrado e ao meu então orientador Roberto Sá que tanto me ensinou com seu jeito único de fazer tantas conexões. Aos professores do doutorado, pela sensibilidade e ensinamentos tão profundos e necessários.

Externo aqui meu agradecimento a todos os meus alunos e ex-alunos, em especial Beethoven, Letycia Nery, Marianna Nery, Anne Esther, Matheus Enrico, Juan David, Guilherme Henrique, Douglas Bispo, Arthur, Keven, Samuel Brito, Micael, Lucas Kauã, Myquéias, Marianna Felix, Pedro, Luana. Aos tantos outros, posso arriscar sem medo de errar, cerca de três mil estudantes, sintam-se todos representados. Parte de mim, do meu Ser Professora tem muito de vocês.

Meu agradecimento ao PPGEC e a todos os professores que ministraram para além das disciplinas, trazendo sempre reflexões para a pesquisa, para vida, para a construção permanente do Ser Professor. Inspiração para mim e honra em conhecê-los.

Expresso meus agradecimentos à Prof.ª Ivoneide da Silva, à Prof.ª Dra. Verônica Batinga, à Prof.ª Dra. Bruna Bezerra e ao Prof. Dr. Albino Nunes, que, desde o momento da qualificação, trouxeram grandes contribuições para que eu pudesse melhorar o andamento da pesquisa, dando-me mais clareza sobre os caminhos possíveis para a finalização deste trabalho. Obrigada pela disponibilidade para leitura e avaliação.

A minha turma de Doutorado 2021.1, externo meu agradecimento pela união e companheirismo, em especial a Agilson, Jacineide, Joseane, Rubia e Jozélio, pelas ajudas durante a caminhada, pela defesa da minha condição em estar ministrando aula e estudando pelo fato de não ter conseguido o afastamento no tempo, nos momentos de musicalidade no on-line na tentativa de nos aproximarmos. Tenho um carinho imenso por vocês.

Ao grupo de Pesquisa NUPEDICC pelas partilhas e contribuições durante esses quatro anos. Aprendi muito com cada um, com cada trabalho, com muito respeito e ética. É muito especial saber que este grupo é um espaço para ampliar nossas visões e habilidades.

Ainda há muito o que agradecer, mas por necessidade preciso terminar. Estou extremamente emocionada, escrevo em lágrimas cada palavra aqui externadas. Finalizo nesta tarde meio chuvosa, às 14:59h, em 22 de junho, sentada à mesa da sala com uma xícara de café, ao som de Dia Branco de Geraldo Azevedo, com as crianças tirando o cochilo da tarde. Que venham novos desafios e novas conquistas após esta tese.

EPÍGRAFE

Se ainda há um último fôlego, um último suspiro... Uma última noite ou última semana... Uma madrugada a mais, um dia a mais... Com todas as forças como no final de uma corrida, lutando contra a mente e contra as dores do corpo. Ainda há um resto de fôlego para que no final desague todo o rio, que aos poucos se fez represa com as pedras no caminho. Só mais um pouco. Ainda tenho o último suspiro antes de soltar o meu rio. Espero que as tensões das lágrimas não se rompam primeiro, antes do meu rio transbordar. Ainda há o último fôlego... E depois do último fôlego, o que virá? Um lavar pleno da alma (A autora, 2024).

RESUMO

O objetivo geral desta pesquisa foi a analisar contribuições da estruturação de atividades em um sistema, considerando as inter-relações entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais, para a aprendizagem sobre polímeros. Para isso foram articulados estudos sobre a Teoria da Atividade na perspectiva de Engeström (1987) articulada com pressupostos teóricos da abordagem CTS (Auler, 2007b; Santos, 2011a; Santos; Schnetzler, 2015; Strieder, 2012). Esta pesquisa é de natureza qualitativa, participaram da pesquisa 16 estudantes da 3ª série do Ensino Médio em uma escola da rede pública estadual localizada no município de Vitória de Santo Antão – PE. Além disso, analisamos materiais produzidos pelos estudantes, tais como a ficha experimental e o relatório da visita técnica. Foi desenvolvido um sistema de atividades aplicado em sete momentos e, entre as atividades realizadas, destacamos: discussões sobre os impactos ambientais provenientes do descarte inadequado do plástico, pesquisas e levantamentos pelos estudantes acerca do descarte correto dos resíduos domésticos, aula expositiva dialogada sobre os conceitos científicos relacionados aos polímeros, atividade experimental voltada para a separação e identificação de amostras, visita técnica à empresa de reciclagem e apresentação de propostas/soluções elaboradas pelos estudantes para minimizar o descarte inadequado de materiais plásticos pela comunidade escolar e sociedade. . Para o registro de dados, inicialmente foi utilizado o questionário para o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre polímeros e implicações sobre o descarte inadequado de materiais plásticos, utilizadas videogravações para os registros das interações entre os estudantes ao longo das atividades. Para análise dos dados foram utilizados os elementos que estruturam a atividade (Engentröm, 1987) e as categorias presentes na Matriz de Referência proposta por Strieder (2012). Os resultados mostram de uma maneira geral que o sistema de atividades possibilitou aos estudantes vivências em diferentes contextos – escolar, com discussões conceituais, a visita técnica com os aspectos tecnológicos e sociais, e outros - tendo mediação por ferramentas diversas – vídeos, atividades experimentais, linguagem na produção de falas e textos, entre outras - e promovendo interação com diversos atores – professora, técnicos, comunidade científica e escolar. A análise das relações entre os elementos da atividade apontou algumas contradições, primárias e secundárias, conflitos e dilemas, por exemplo, discussões sobre o que teria mais importância, a preservação ambiental ou a garantia dos direitos mínimos para a dignidade humana em relação a uma das propostas apresentada no sétimo momento. Em relação aos aspectos científicos, tecnológicos e sociais, foi possível identificar nas falas dos estudantes as seguintes categorias: (1R) Desocultamento da realidade – referente ao olhar sobre a Ciência, (1D) Neutro, (2D) Sinônimo de progresso, (3D) Especificidades e (4D) Orientado – referentes ao olhar sobre a Tecnologia, (1P) Reconhecimento, (2P) Decisão individual, (3P) Decisão coletiva e (5P) Esfera Política – referentes ao olhar sobre a Sociedade.

Palavras-chave: Ensino de Polímeros; Sistemas de atividades; Abordagem CTS; Ensino médio; Química.

ABSTRACT

The general objective of this research was to analyze the contributions of structuring activities within a system, considering the interrelationships between scientific, technological, and social aspects, for learning about polymers. To achieve this, studies on Activity Theory from Engeström's perspective (1987) were articulated with the theoretical assumptions of the STS approach (Auler, 2007b; Santos, 2011a; Santos; Schnetzler, 2015; Strieder, 2012). This research is qualitative in nature, involving 16 students from the 3rd grade of high school in a state public school located in the municipality of Vitória de Santo Antão – PE. Additionally, we analyzed materials produced by the students, such as the experimental sheet and the report from the technical visit. A system of activities was developed and applied in 7 sessions, with the following activities being highlighted: discussions on the environmental impacts of improper plastic disposal, research and surveys conducted by the students regarding the proper disposal of household waste, a dialogic lecture on the scientific concepts related to polymers, an experimental activity focused on the separation and identification of samples, a technical visit to a recycling company, and the presentation of proposals/solutions developed by the students to minimize the improper disposal of plastic materials by the school community and society. To collect data, a questionnaire was initially used to assess the students' prior knowledge about polymers and the implications of improper plastic disposal. Video recordings were used to document the interactions between the students throughout the activities. For data analysis, the elements that structure activity (Engeström, 1987) and the categories present in the Reference Matrix proposed by Strieder (2012) were utilized. The results generally show that the activity system provided students with experiences in different contexts – school, with conceptual discussions, the technical visit with technological and social aspects, and others – mediated by various tools – videos, experimental activities, language in the production of speeches and texts, among others – and promoting interaction with various actors – teacher, technicians, scientific and school communities. The analysis of the relationships between the elements of the activity revealed some primary and secondary contradictions, conflicts, and dilemmas, such as discussions on what would be more important: environmental preservation or the guarantee of minimum rights for human dignity in relation to one of the proposals presented in the seventh session. Regarding the scientific, technological, and social aspects, it was possible to identify the following categories in the students' speeches: (1R) Unveiling of reality – related to the view on Science, (1D) Neutral, (2D) Synonymous with progress, (3D) Specificities, and (4D) Oriented – related to the view on Technology, (1P) Recognition, (2P) Individual decision, (3P) Collective decision, and (5P) Political sphere – related to the view on Society.

Keywords: Teaching Polymers; Activity Systems; STS Approach; High school; Chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ordenamento entre os referenciais QSC, ASC e TSC. 44
Figura 2 - Relação direta, estímulo - resposta. 63
Figura 3 - Relação mediada. 63
Figura 4 - Estrutura hierárquica da atividade segundo Leontiev. 67
Figura 5 - O modelo de sistema de atividade. 68
Figura 6 - Modelo mínimo da terceira geração da Teoria da Atividade. 69
Figura 7 - Níveis de contradições no sistema de atividade humana. 71
Figura 8 - O Ciclo da Aprendizagem Expansiva. 73
Figura 9 - Qr Code do questionário prévio. 93
Figura 10 - 2º momento da SD 94
Figura 11 - 3º momento da atividade. 97
Figura 12 - 4º momento da atividade. 98
Figura 13 - 5º momento da atividade. 99
Figura 14 - 6º momento da atividade. 100
Figura 15 - 7º momento da atividade. 101
Figura 16 - 2º momento da SD 126
Figura 17. Materiais e reagentes disponibilizados. 136
Figura 18. Visita técnica à empresa de reciclagem. 147
Figura 19. Mesa sendo produzida e retirada do molde pelo robô para o processo de acabamento. 151

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade de artigos publicados nos periódicos com o tema CTS/CTSA entre 2011 e 2023.1 52
Gráfico 2 - Quantidade de alternativas arcadas pelos estudantes. 116
Gráfico 3 - Levantamento realizado pela equipe 1 128
Gráfico 4 - Identificação das amostras dos polímeros pelos estudantes 137

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Acontecimentos Pós-Guerra. 27
Quadro 2 - Diferenças entre duas tradições CTS 29
Quadro 3 - Tipos de Educação CTS 34
Quadro 4 - Categoria do ensino CTS 35
Quadro 5 - Níveis de compreensão sobre a Racionalidade, Desenvolvimento e Participação 37
Quadro 6 - Categorias da Matriz de Referência da Abordagem CTS, definições e características 37
Quadro 7 - Os nove aspectos da abordagem de CTS 43
Quadro 8 - Diferenciações entre QSC, ASC e TSC 43
Quadro 9 - Strings utilizadas para a busca dos trabalhos. 46
Quadro 10 - Periódicos encontrados após buscas 47
Quadro 11 - Critérios de inclusão e exclusão 52
Quadro 12 - Levantamento sistemático após implementação dos critérios de inclusão e exclusão 52
Quadro 13 - Perguntas norteadoras para as leituras dos artigos. 54
Quadro 14 – Manifestações discursivas das contradições e pistas linguísticas. 70
Quadro 15 - Contradições internas do sistema de atividade humana. 70
Quadro 16 - Caracterização de uma atividade experimental sob os elementos da TA. 75
Quadro 17 - Mitos sobre a atividade experimental. 79
Quadro 18 - Distribuição dos estudantes por turma em cada curso. 87
Quadro 19 - Codificação dos estudantes 88
Quadro 20 - Divisão das equipes dos estudantes. 93
Quadro 21 - Planejamento da sequência didática e recursos para análise. 101
Quadro 22 - Níveis de contradições e características 104
Quadro 23 - Relação entre a sequência didática, instrumentos de pesquisa, objetivos e instrumentos analíticos. 106
Quadro 24 - Perguntas do questionário. 110
Quadro 25 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 1 do questionário. 111
Quadro 26 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 2 do questionário. 112
Quadro 27 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 3 do questionário. 114

Quadro 28 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 4 do questionário. 115
Quadro 29 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 6 do questionário. 117
Quadro 30 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 7 do questionário. 119
Quadro 31 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 8 do questionário. 120
Quadro 32 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 9 do questionário 122
Quadro 33 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 10 do questionário 123
Quadro 34 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 11 do questionário 125
Quadro 35 - Trecho da transcrição do Episódio 1 - discussão da apresentação da Equipe 1. 128
Quadro 36 - Episódio 2.1 - Discussão sobre o primeiro vídeo. 129
Quadro 37 - Episódio 2.2 - Discussão sobre o primeiro vídeo. 130
Quadro 38 – Episódio 3.1 Discussão dos estudantes sobre a densidade. 137
Quadro 39 - Perguntas da Ficha Experimental (Apêndice B) 138
Quadro 40 - Respostas das equipes em relação à Pergunta a 139
Quadro 41 - Respostas dos estudantes em relação à Pergunta b. 140
Quadro 42 - Respostas dos estudantes em relação à Pergunta d. 141
Quadro 43 - Respostas dos estudantes em relação à Pergunta e. 142
Quadro 44 - Respostas dos estudantes em relação à Pergunta f. 143
Quadro 45 - Turnos do Episódio 4.1 durante a visita técnica 148
Quadro 46 - Turnos do Episódio 4.2 durante a visita técnica 149
Quadro 47 - Trechos escritos presentes no relatório da visita técnica à empresa 151
Quadro 48 – Episódio 5.1 Apresentação da proposta da Equipe 1 155
Quadro 49 - Episódio 5.2 Discussão sobre a apresentação da Equipe 1 158
Quadro 50 - Episódio 6.1 Apresentação da proposta da Equipe 2 161
Quadro 51 -Episódio 6.2 Discussão sobre a proposta da Equipe 2. 163
Quadro 52 - Episódio 7.2 Discussão sobre a proposta da Equipe 3 165
Quadro 53 - Episódio 7.2 Discussão sobre a proposta da Equipe 3 169
Quadro 54 - Episódio 8.1 Apresentação da proposta da Equipe 4 171
Quadro 55 - Episódio 8.2 Discussão sobre a proposta da Equipe 4 172
Quadro 56 - Apresentação da proposta da Equipe 5. 174
Quadro 57 - Interações sobre a apresentação da Equipe 5. 176

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C&T	Ciência e Tecnologia
CHAT	Cultural-Historical Activity Theory
CTS	Ciência – Tecnologia – Sociedade
CTSA	Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente
ESERA	European Science Education Research Association
EUA	Estados Unidos da América
LDB	Lei de Diretrizes e Base da Educação
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PEAD	Polietileno de alta densidade
PET	politereftatalato de etileno
PLACTS	Pensamento Latino-Americano sobre Ciência – Tecnologia – Sociedade
PP	Polipropileno
QSA	Questões Socioambientais
QSC	Questões Sociocientíficas
SD	Sequência Didática
TA	Teoria da Atividade
THCA	Teoria histórico-cultural da atividade
TSC	Temas Socio-científicos
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **20**

1.2 OBJETIVO GERAL 24

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 24

2 ABORDAGEM CTS: ASPECTOS HISTÓRICOS, FUNDAMENTOS E O ENSINO **26**

2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE O SURGIMENTO DO MOVIMENTO CTS 26

2.1.1 Origem Europeia **28**

2.1.2 Origem Norte-Americana **29**

2.1.3 Pensamentos Latino-Americanos sobre CTS - PLACTS **30**

2.2 FUNDAMENTOS PARA O ENSINO CTS 32

3 ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUIMICA: REVISÃO DE LITERATURA **46**

3.1 ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS IDENTIFICADOS NOS TRABALHOS 54

3.2 ASPECTOS PEDAGÓGICOS IDENTIFICADOS NOS TRABALHOS 57

4 A TEORIA DA ATIVIDADE: ASPECTOS HISTÓRICOS, BASES TEÓRICAS E APROXIMAÇÕES COM O ENSINO DE QUÍMICA **62**

4.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DA TEORIA DA ATIVIDADE 62

4.1.1 A primeira geração: Lev Vygotsky **62**

4.1.2 A segunda geração: Leontiev **64**

4.1.3 A terceira geração: Engeström **67**

4.2 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA 74

5 DESENHO METODOLÓGICO **85**

5.1 O CONTEXTO E OS SUJEITOS 85

5.2 ETAPAS DA PESQUISA E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS 89

5.2.1 Aplicação do questionário **89**

5.2.2 Observação e Videogravação **90**

5.3 CUIDADOS ÉTICOS DA PESQUISA 91

5.4 ORIENTAÇÕES PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA. 92

5.4.1 Detalhamento da sequência didática **92**

5.5 ANÁLISE DOS DADOS 103

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO **109**

6.1 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO - 1º MOMENTO: 109

6.2 ANÁLISE DAS ATIVIDADES COM VÍDEOS E DISCUSSÕES - 2º MOMENTO 126

6.3 ANÁLISE DA AULA EXPOSITIVA DIALOGADA - 3º MOMENTO 134

6.4 ANÁLISE DA ATIVIDADE EXPERIMETNAL - 4º MOMENTO 135

6.5 ANÁLISE DA VISITA TÉCNICA - 5º MOMENTO 146

6.6 ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE PESQUISA - 6º MOMENTO 154

6.7 ANÁLISE DAS PROPOSTAS DOS ESTUDANTES - 7º MOMENTO 155

6.7.1 Equipe 1 **155**

6.7.2 Equipe 2 **160**

6.7.3 Equipe 3 **165**

6.7.4 Equipe 4 **170**

6.7.5 Equipe 5 **173**

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS **183**

REFERÊNCIAS **186**

APÊNDICES **198**

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DOS ESTUDANTES **199**

APÊNDICE B - ATIVIDADE EXPERIMENTAL SOBRE SEPARAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE POLÍMEROS **202**

ANEXO A - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO **206**

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO **209**

ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO **212**

ANEXO D – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE **215**

ANEXO E – CARTA DE ANUÊNCIA **216**

ANEXO F - ENTREVISTA ESTRUTURADA DA EQUIPE 4 PARA A COMUNIDADE ESCOLAR **217**

ANEXO G – MATERIAL UTILIZADO PELA EQUIPE 1 PARA A APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA **219**

ANEXO H – MATERIAL UTILIZADO PELA EQUIPE 2 NA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA 223

ANEXO I – MATERIAL UTILIZADO PELA EQUIPE 3 PARA A APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA 226

ANEXO J – MATERIAL UTILIZADO PELA EQUIPE 4 NA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA 228

ANEXO K – MATERIAL UTILIZADO PELA EQUIPE 5 NA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA 230

1 INTRODUÇÃO

Percebe-se que ainda é comum encontrar nas escolas um ensino de Química pautado na memorização de regras e fórmulas que, muitas vezes, não se torna significativo para os educandos, sob o aspecto do ensino aprendizagem, por não buscar estabelecer quaisquer ligações com o seu cotidiano. Isso porque a Química é uma disciplina caracterizada por apresentar conteúdos demasiadamente abstratos, o que faz com que a compreensão dos conhecimentos por parte dos educandos seja de difícil associação com o cotidiano, por exemplo, imaginar a dissolução de uma substância ou a teoria cinética das colisões como ações comuns ao dia a dia deles pode ser algo difícil. Assim, faz-se necessária a utilização de abordagens e metodologias de ensino diferenciadas que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

Neste trabalho, ressaltamos a importância de uma abordagem de ensino que discuta as inter-relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), pois ela poderá contribuir para a formação dos estudantes numa perspectiva crítica, socialmente responsável, levando-os a refletir sobre questões éticas, políticas, socais, culturais e ambientais relacionadas à Ciência e Tecnologia (Hodson, 2018). Nesse sentido, ensinar Química, a partir de uma implementação dessa abordagem de ensino, buscará ir além da apresentação de leis, teorias, simbologias e regras, ampliando o escopo dos estudos com o intuito de promover uma educação crítica e reflexiva sobre o mundo e a realidade vivida pelos estudantes.

Em um cenário e contexto histórico-social de pós-guerra e críticas sobre o papel da Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento humano, surge o movimento CTS que corresponde aos estudos das inter-relações existentes entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, envolvendo discussões, questionamentos e críticas ao desenvolvimento científico-tecnológico. O movimento CTS surge, *a priori,* a partir de duas principais correntes, a europeia e norte-americana, e uma terceira chamada de Pensamentos Latino-Americanos sobre CTS - PLACTS.

No campo da pesquisa, os estudos CTS têm contribuído na reflexão sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia na academia tradicional, levando a uma nova visão sobre a atividade científica socialmente contextualizada. Na área das políticas públicas, os estudos CTS têm buscado promover mecanismos democráticos para tomada de decisões em questões referentes às políticas

científico-tecnológicas a partir da defesa da regulação social da ciência e da tecnologia. E no campo da educação, suas contribuições são a partir de programas e materiais CTS para o ensino básico e universitário voltados para a nova imagem de ciência e tecnologia. Neste último, a abordagem CTS busca proporcionar uma maior reflexão nas atividades científicas, éticas e morais justamente a partir das discussões sobre as implicações dos aspectos econômicos, políticos, sociais e ambientais, trazendo uma reflexão crítica para uma tomada de decisão por parte dos estudantes (Aikenhead, 1994, 2009; Ribeiro; Marcondes, 2020; Santos, 2007).

Azevedo *et al*. (2013) apontam para dificuldades expressadas por professores para inserir temáticas e promover um ensino com base nas inter-relações CTS. Consideramos que uma abordagem CTS, além da inserção de temas sociais em discussões sobre conceitos científicos e tecnológicos, traz demandas para a prática docente e exige reflexões sobre concepções pedagógicas na busca por compreender o papel social da Ciência e da Tecnologia e as implicações que as inter-relações entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para uma formação crítica, ampla e não apenas conteudista dos estudantes. Assim, o uso de estratégias metodológicas, tomando a abordagem CTS como abordagem para o ensino de ciências, exige uma estruturação e planejamento cuidadoso das atividades que serão desenvolvidas em sala de aula.

Para tratar do planejamento e estruturação de atividades para o ensino CTS, buscamos articular a abordagem CTS com o referencial da Teoria da Atividade. Epistemologicamente, a Teoria Histórico-Cultural da Atividade, também conhecida por sua sigla inglesa (CHAT- Cultural-Historical Activity Theory) tem sua origem pautada no materialismo histórico-dialético defendido por Karl Marx (1989), no qual há o pressuposto de que a constituição do ser humano ocorre quando há a apropriação da cultura e de tudo que foi desenvolvido pela espécie humana, incluindo formas de expressões culturais estabelecidas pela sociedade. Nesse sentido, entende-se que o homem se torna humano durante seu processo de desenvolvimento e que esse movimento faz parte da construção histórica da humanidade (Moretti; Asbahr; Rigon, 2011).

Leontiev dedicou-se à elaboração da Teoria da Atividade propriamente dita, tornando a atividade humana como base para estudos da sociedade e das relações sociais entre os homens, e também para investigação do desenvolvimento do psíquico humano (Santos; Asbahr, 2020). Segundo Leontiev (1978), é a atividade

que orienta o sujeito no mundo objetivo, sendo ela um sistema que tem estrutura, transformações internas, e que promove a mediação da relação objetiva/subjetiva estabelecida entre o homem e o mundo. Essa relação objetiva/subjetiva ocorre quando há apropriação de objetivações produzidas historicamente pelo homem - temos a transição da realidade objetiva em subjetiva, objetivando novos elementos culturais para apropriações futuras - transição da realidade subjetiva para objetiva (Santos; Asbahr, 2020).

Leontiev propôs então a estruturação de elementos essenciais para a atividade humana, nas suas diversas formas e constituição, entre os quais destacamos – o motivo (relação entre a necessidade humana e o objeto), a ação (voltada para os objetivos) e as condições/operações para se atingir os resultados esperados. Engeström (1987), a partir das ideias de Vygotsky e Leontiev, propôs os estudos da atividade enquanto um sistema que se desenvolve por meio de processos de mediação cultural, envolvendo instrumentos/artefatos mediadores (ferramentas), sujeito, objeto, regras, comunidade, divisão de trabalho e resultado, componentes presentes em toda atividade coletiva.

Com base na estruturação da atividade a partir da Teoria da Atividade, neste trabalho, buscamos avaliar como atividades propostas em uma sequência didática, considerando os seus elementos estruturantes, contribuíram para promover a compreensão sobre polímeros, envolvendo aspectos científicos, tecnológicos e sociais. Para isso, forma propostas várias atividades e, entre elas, destacamos as atividades experimentais por considerar que é inegável a importância que ganham no ensino de Química, tendo o papel de aproximar a teoria da prática, os conceitos de situações e fenômenos concretos (menor abstração) e pode ser considerada como uma ferramenta motivadora no processo de aprendizagem por despertar o interesse dos estudantes e proporcionar o desenvolvimento de habilidades e estabelecimento de interações em sala de aula (Giordan, 1999; Laburú, 2006; Monteiro; Sales; Lima, 2013). No entanto, alguns autores levantam uma discussão sobre alguns mitos e crenças disseminadas sobre o uso da experimentação no contexto escolar que precisam ser superadas (Silva; Machado; Tunes, 2011).

Um levantamento sistemático foi realizado sobre o ensino de Química voltado para o ensino médio com a abordagem CTS e atividades experimentais, contemplando periódicos avaliados por pares, com Qualis CAPES A1 e A2, e anais da ESERA, no período 2011 a 2023.1, apenas dois versavam sobre a

experimentação como estratégia pedagógica para a implementação da abordagem CTS, o que nos motiva a ampliar esses estudos, visando destacar a importância da atividade experimental com uma potencial estratégia para promover uma aprendizagem das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. A concepção de atividades experimentais adotada aqui é mais ampla, e inclui não somente atividades de laboratório, mas a utilização de vídeos e visitas técnicas (Silva; Machado; Tunes, 2011).

Com base no que foi exposto, defendemos a seguinte tese: sistemas de atividades podem contribuir para a aprendizagem dos aspectos científicos, tecnológicos e sociais relacionados ao estudo de polímeros a partir dos elementos da atividade (sujeitos, artefatos mediadores, objeto, comunidade, regras e divisão de trabalho) e das inter-relações entre os Ciência, Tecnologia e Sociedade. A seguir apresentamos o nosso objeto e questões de pesquisa, bem como os objetivos geral e específicos da nossa tese.

De forma a contribuir para uma maior estruturação no que tange a abordagem CTS e atividades experimentais para o ensino de Química, delimitamos como objeto desta pesquisa o aprofundamento dos estudos da abordagem CTS, buscando estruturar as atividades de ensino, especialmente aquelas de natureza experimental numa perspectiva histórico-cultural para, assim, poder vislumbrar como os conhecimentos que são da ciência, da tecnologia e sociais são apresentados, mobilizados e discutidos em sala de aula com a finalidade de promover a aprendizagem do estudante.

Para orientar a elaboração das atividades de ensino utilizamos como aporte teórico a Teoria da Atividade numa perspectiva histórico-cultural proposta por Alexei Nikolaevich Leontiev (1978) e o trabalho realizado pelos autores Nuñez *et al*. (2021). Para Leontiev, toda atividade humana apresenta uma estrutura com invariantes: sujeito, objeto, motivos, objetivo, sistema de operações, a base orientadora da ação, as condições de realização e o produto (Nuñez, 2009).

A partir desses apontamentos, apresentamos nossa questão de pesquisa: Como um sistema de atividades pode contribuir para a aprendizagem de aspectos científicos, tecnológicos e sociais relacionados com o estudo sobre polímeros a partir da articulação entre Teoria da Atividade e abordagem CTS?

Como a aprendizagem estruturada em um sistema de atividades pode contribuir com a compreensão dos conceitos científicos, considerando as inter-

relações com a tecnologia e questões sociais em estudos sobre polímeros, a partir da articulação entre a Teoria da Atividade e a abordagem CTS?

Nesse sentido, buscamos elaborar uma sequência didática a partir dos pressupostos da Teoria da Atividade, segundo Engeström (1987) contemplando a abordagem CTS e atividades no ensino de polímeros. Com isso, delineamos os objetivos desta pesquisa.

1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar contribuições da estruturação de atividades em um sistema, considerando as inter-relações entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais, para a aprendizagem sobre polímeros.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mapear as concepções prévias dos estudantes sobre polímeros e descarte de plásticos;
- Analisar relações e contradições em um sistema de atividades estruturadas para favorecer a aprendizagem de conceitos sobre polímeros, sob a perspectiva da abordagem CTS.
- Analisar a compreensão expressa pelos estudantes e as relações entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais sobre polímeros nas produções e discursos ao longo das atividades.

Para alcançar nossos objetivos, organizamos este texto em diferentes capítulos que serão resumidamente apresentados como segue. No segundo capítulo, foram apresentados aspectos históricos do movimento CTS, as principais origens do surgimento do enfoque CTS e as características das origens europeia, norte-americana e países latino-americanos e os fundamentos para o ensino CTS.

No terceiro capítulo, mostramos o resultado de uma revisão de literatura, na qual identificamos aspectos epistemológicos e pedagógicos sobre a abordagem CTS no ensino de Química a partir do levantamento de trabalhos publicados em periódicos com Qualis A1 e A2 e no e-proceedings da European Science Education Research Association (ESERA) durante o período de 2011 a 2023.1 que apresentam a inserção da abordagem CTS no ensino de Química para o ensino médio.

No quarto capítulo, apresentamos os aspectos históricos da Teoria da Atividade à luz de Vygotsky, Leontiev e Engeström, e as aproximações com o ensino de química e atividades experimentais. No quinto capítulo apresentamos o desenho metodológico que estruturou esta pesquisa, o contexto e os sujeitos participantes, as etapas e os instrumentos utilizados, os cuidados éticos, o detalhamento da sequência didática estruturada de acordo com a Teoria da Atividade e o aporte teórico-metodológico para a análise dos dados.

O sexto capítulo consiste na apresentação dos resultados e discussão a partir da fundamentação teórica presente nesta tese e uma breve síntese deste trabalho. No sétimo capítulo apresentamos as considerações finais do desenvolvimento desta pesquisa, apontando as contribuições da abordagem CTS articulada com a Teoria da Atividade no ensino de química.

2 ABORDAGEM CTS: ASPECTOS HISTÓRICOS, FUNDAMENTOS E O ENSINO

Neste presente capítulo estão apresentadas as investigações relacionadas às origens do movimento CTS contemplando as perspectivas europeia, norte-americana e dos países latino-americanos para uma melhor compreensão do contexto histórico do surgimento de cada vertente e como esse movimento foi inserido na educação. Em seguida serão feitas considerações sobre a aproximação do movimento CTS ao contexto educacional e fundamentos que subsidiam propostas atuais de ensino nessa perspectiva, E, finalizando, serão feitas considerações sobre a abordagem CTS no ensino de química, visando uma formação crítica dos estudantes, que contemple a construção sócio-histórica do conhecimento científico e tecnológico. Tomando como pressuposto a natureza experimental da Química, iremos também apresentar algumas percepções sobre atividades experimentais, parte importante deste trabalho.

2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE O SURGIMENTO DO MOVIMENTO CTS

Nos anos após a Segunda Guerra Mundial, surge uma maior confiança no poder da Ciência e da Tecnologia para obtenção do progresso social, bem como para a retomada do setor econômico e a restauração dos estragos deixados pela guerra. Nesse período, consolidou-se um otimismo baseado nas benfeitorias que o desenvolvimento científico e tecnológico poderia trazer para a sociedade (Álvarez, 2004a). A exemplo desse desenvolvimento podemos citar o primeiro transplante de órgãos realizado com sucesso entre irmãos gêmeos vivos no ano de 1954 em Boston, nos Estados Unidos, pelo médico Joseph E. Murray, o que lhe conferiu o Prêmio Nobel de 1990.[1] Esse feito possibilitou um grande avanço na área da Medicina, contribuindo para o otimismo no desenvolvimento da Ciência.

De cordo com Álvarez (2004b), López Cerezo (1998) e Bazzo (1998), esse otimismo ingênuo é caracterizado pela concepção de Ciência e Tecnologia (C&T) herdadas no positivismo lógico e na supervalorização do modelo linear de

[1] “The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1990”. Nobelprize.org. Disponível em: https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1990/summary/ Acesso em: 10 out. 2022.

desenvolvimento econômico e social à luz do axioma tradicional, em que quanto + Ciência = + Tecnologia = + riquezas = + bem-estar social.

Anos mais tarde, o desenvolvimento autônomo da C&T trouxe alguns acontecimentos que marcaram a sociedade. De acordo com Palacios *et al*. (2001), apoiados nas pesquisas realizadas por González García, López Cerezo e Luján (1996), apresentam alguns acontecimentos bastante relevantes, de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 - Acontecimentos Pós-Guerra.

Ano	Acontecimentos
1957	A União soviética lança o Sputnik I, o primeiro satélite artificial ao redor da Terra. Causou uma convulsão social, política e educacional nos EUA e outros países ocidentais. O reator nuclear de Windscale, Inglaterra, sofre um grave acidente criando uma nuvem radioativa que se dispersou pela Europa ocidental. O depósito nuclear Kyshtym explode próximo dos Urais, contaminando uma grande área circundante da antiga URSS.
1958	Cria-se a National Aeronautics and Space Administration (NASA), como uma das consequências do Sputnik. Mais tarde cria-se a European Space Research Organization (ESRO), a precursora da Agência Espacial Europea (ESA), como resposta do velho continente. [...]
1960	Desenvolvimento do movimento contracultural, onde a luta política contra o sistema vincula seu protesto com a tecnologia. Começa a desenvolver-se o movimento pró tecnologia alternativa, em que se reclamam tecnologias amáveis à medida do ser humano e se promove a luta contra o Estado tecnocrático.
1961	A talidomida é proibida na Europa depois de causar mais de 2500 defeitos congênitos.
1962	Publicação da Primavera Silenciosa, por Rachel Carson. Denuncia, entre outras coisas, o impacto ambiental de inseticidas sintéticos como o DDT. É o gatilho para o movimento ambiental.
1963	Tratado de limitações de testes nucleares. O submarino nuclear USS Thresher afunda, seguido pelo USS Scorpion (1968), bem como pelo menos três submarinos nucleares soviéticos (1970, 1983, 1986).
1966	Um B-52 cai com quatro bombas de hidrogênio perto de Palomares, Almería, contaminando uma ampla área com radioatividade. Movimento de oposição à proposta de criação de um banco de dados nacional nos EUA por profissionais da informática, com base em razões éticas e políticas.
1967	O petroleiro Torry Canyon sofre um acidente e derrama uma grande quantidade de óleo nas praias do sul da Inglaterra. Desde então, a poluição por óleo se tornou comum em todo o mundo.
1968	O Papa Paulo VI rejeita a contracepção artificial na *Humanae vitae*. Graves revoltas nos EUA contra a Guerra do Vietnã (que, no caso da participação norte-americana, incluíram métodos sofisticados de guerra como o uso de napalm). Maio de 68 na Europa e nos EUA: protesto antissistema generalizado

Fonte: Elaborado pela autora a partir de González García; Lopez Cerezo; Luján, 1996 *apud* Palacios *et al*., 2011, p. 124, tradução nossa.

Diante desses acontecimentos, a ciência e a tecnologia apresentam-se como neutras nesse modelo linear de desenvolvimento (Álvarez Palacios *et al*., 1996) e, ainda de acordo com a visão positivista, “a ciência só pode trazer o bem-estar à

sociedade, uma vez que gera mais tecnologia, gera riqueza e assim sucessivamente" (Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2009, p. 3).

Em contrapartida a esse modelo, além dos exemplos citados anteriormente, ainda temos a Guerra do Vietnã (1955-1975) e o uso intensivo de Napalm[2] e Agente Laranja. A partir desses acontecimentos e com as publicações das obras de Thomas Kuhn, *A estrutura das revoluções científicas* (1962) e de Rachel Carson, *Primavera Silenciosa* (1962), e ainda diante de uma possível *'Síndrome de Frankenstein'*[3], houve a necessidade de uma maior reflexão e questionamentos sobre a não neutralidade do desenvolvimento da C&T e as interferências ocorridas de forma direta e indireta na sociedade.

É nesse cenário e contexto histórico-social que surge o movimento CTS que corresponde aos estudos das inter-relações existentes entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, envolvendo discussões, questionamentos e críticas ao desenvolvimento científico-tecnológico. O movimento CTS surge, *a priori,* a partir de duas principais correntes, a europeia e norte-americana, e uma terceira chamada de Pensamentos Latino-americanos sobre CTS - PLACTS. A seguir, apresentamos um breve histórico acerca do surgimento dessas três correntes.

2.1.1 Origem Europeia

Na Europa, essa reflexão iniciou nas academias a partir da obra *A estrutura das revoluções científicas* de Thomas Kuhn (1962), que demonstrou relações existentes entre a estrutura social da comunidade científica e estruturas cognitivas relacionadas aos conceitos de ciência normal, paradigmas e a construção sócio-histórica do conhecimento. Assim, o conhecimento científico passa a não ser mais

---

[2] Napalm "é uma goma obtida de gasolina gelificada pela adição de sais de alumínio derivado do ácido palmítico e dos ácidos naftênicos [...]. Um aperfeiçoamento posterior à época do Vietnã, foi a gelificação com poliestireno adicionado à gasolina, originando o Napalm B. A adição do polímero faz com que o produto permaneça aderido aos alvos, à medida que se processa a sua queima" (Alcantara; Vanin, 1992, p. 69). Alcantara, M. R.; Vanin, J. A. Armas Químicas. Química Nova na Escola, v. 15, n.1, p. 62-72, 1992. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol15No1_62_v15_n1_%289%29.pdf. Acesso em: 10 out. 2022.
(bomba incendiária).Disponível em: https://apjjf.org/-Marine-Guillaume/4983/article.pdf. Acesso em: 10 out. 2022.

[3] A expressão "síndrome de Frankenstein" representava o pensamento de que as forças realizadas para controlar a natureza poderiam voltar-se contra os seres humanos e destruí-los (Bazzo; Linsingen; Pereira, 2003)

considerado como o produto de um processo cognitivo autônomo, mas creditado a uma estrutura social (Rigolin, 2014).

Neste mesmo período, na Universidade de Edimburgo, através de discussões de grupos de pesquisadores de diferentes áreas das Ciências Sociais a partir dos trabalhos realizados pelo filósofo e matemático David Bloor, surge o Programa Forte[4]. David Bloor questionava o pressuposto herdado do Positivismo Lógico relacionado ao "contexto de descoberta" e ao "contexto de justificação" do conhecimento científico, recusando o uso das caracterizações do "verdadeiro" e "falso" por defender que o êxito e o fracasso científico estão relacionados ao contexto sócio-histórico do pesquisador, ou seja, as regras de validação e de argumentos são socialmente construídas (IBID, 2014).

2.1.2 Origem Norte-Americana

A tradição norte-americana do movimento CTS surge a partir das reflexões sobre as consequências sociais e ambientais provenientes dos resultados do desenvolvimento tecnológico anteriormente citado, os quais contribuíram para a consolidação do modelo linear do desenvolvimento. Após a publicação da obra de Rachel Carson, essa tradição apresentou um perfil mais ativista quando comparada à tradição europeia por estar muito mais inserida dentro de um contexto de protestos sociais ocorridos nas décadas de 1960 e 1970 (Lopez Cerezo, 2004).

Os autores Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) apontam as principais diferenças entre as tradições europeia e norte-americana de forma muito clara e objetiva no Quadro 1.

Quadro 2 - Diferenças entre duas tradições CTS

Tradição Europeia	Tradição norte-americana
• Institucionalização acadêmica na Europa (em suas origens); • Ênfase nos fatores sociais antecedentes; • Atenção à ciência e, secundariamente, à tecnologia;	• Institucionalização administrativa e acadêmica nos EUA (em suas origens); • Ênfase nas consequências sociais; • Atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência;

[4] A partir do Programa Forte, surgem outros Programas como o EPOR (Programa Empírico do Relativismo) e o SCOT (*Social Construction of Technology:* construção da tecnologia) (Palácios *et al*, 2003).

• Caráter teórico e descritivo; • Marco explicativo: ciências sociais (sociologia, psicologia, antropologia etc.).	• Caráter prático e valorativo; • Marco avaliativo: ética, teoria da educação.

Fonte: Bazzo; Linsingen; Pereira (2003, p. 128).

Ainda sobre a tradição norte-americana, ela recorre "à reflexão ética, à análise política e, em geral, a um referencial compreensivo de carácter humanístico" para a participação social nas políticas públicas relacionadas à ciência e à tecnologia (Palácios *et al*., 2003). Nesse sentido, o que é posto em pauta é a participação social de forma mais efetiva nas discussões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, construindo assim uma ponte entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Essa participação pública da sociedade está atrelada a uma participação de caráter democrático, caminhando de encontro ao modelo vigente na época, o tecnocrático. De acordo com os estudos de García Palácios *et al*. (2003, p.135), esse caráter democrático pode ser representativo, igualitário, efetivo e ativo. O primeiro está relacionado ao maior número de pessoas, considerando uma maior diversidade, participando das tomadas de decisões. O segundo relaciona a participação dos demais cidadãos em pé de igualdade com os especialistas e governantes nos processos decisórios, implicando a transparência de todas as informações. O terceiro menciona uma formação de uma delegação para tratar das decisões e, o último, está relacionado à participação integral do público de forma ativa tanto nas definições dos problemas quanto nas soluções, sem ressalvas.

2.1.3 Pensamentos Latino-Americanos sobre CTS - PLACTS

Diferente das motivações apresentadas nas duas vertentes tradicionais, a europeia e a norte-americana, sobre o surgimento do movimento CTS, nos países latino-americanos surge o questionamento contra a chamada "transferência tecnológica" frente ao modelo de industrialização (Auler; Delizoicov, 2015).

É a partir da reflexão sobre a ciência e a tecnologia serem de competência das políticas públicas que nasce o Pensamento Latino-americano sobre CTS (PLATCS) em meados da década de 1960, a partir dos estudos apresentados pelos argentinos e pesquisadores das ciências naturais Varsavsky (1969, 1976), Herrera

(1971, 1973) e Sábato (1982), estes vinculados a universidades da Argentina. “Estavam focados na busca de caminhos e instrumentos para o desenvolvimento local do conhecimento científico e tecnológico, de modo a satisfazer as necessidades da região” (Linsingen, 2007).

De acordo com os precursores do PLACTS, à medida que eram transferidas as tecnologias do norte, como a dos Estados Unidos, eram também transferidos modelos de sociedade, ignorando e se sobrepondo às demandas latino-americanas (Auler; Delizoicov, 2015).

Nesse sentido, o PLACTS “se constituiu como um pensamento legitimamente autônomo da região, refutando a transferência acrítica e descontextualizada de ideias, marcas conceituais, crenças, formatos institucionais e costumes administrativos dos países centrais para os periféricos” (Santos *et al*., 2004, p. 61).

Podemos perceber que a origem do PLACTS está relacionada a qual ciência e tecnologia estão sendo transferidos para uma determinada localidade latino-americana, a norte-americana com as consequências socioambientais dos produtos científico-tecnológicos e a europeia com o processo de desenvolvimento da ciência e tecnologia como não neutros, mas sócio-histórico.

Foi dentro desse contexto que o PLACTS se desenvolveu a partir das “reflexões sobre a política científico-tecnológica da América Latina com vistas à construção de um novo modelo de ciência-tecnologia claro e coerente com as demandas do povo latino-americano” (Medeiros; Strieder; Machado, 2021, p. 2).

Trazendo para o contexto da educação no Brasil, as ideias do PLACTS não repercutiram no campo educacional da mesma forma que os pressupostos da abordagem CTS do Hemisfério Norte (Roso; Auler, 2016).

Contudo, há um esforço de sua inserção no ensino a partir de a articulação entre o desenvolvimento do pensamento crítico sobre os pressupostos da abordagem CTS do Hemisfério Norte com uma aproximação das ideias de Paulo Freire (IBID). Tal esforço pode ser encontrado nos trabalhos desenvolvidos por Auler (2007a, 2018), Auler e Delizoicov (2015), Santos (2016), Santos e Auler (2019), Strieder (2012).

2.2 FUNDAMENTOS PARA O ENSINO CTS

De acordo com as pesquisas realizadas por Bazzo, Linsingen e Pereira (2003), os programas de estudos CTS têm se consolidado ao longo dos anos a partir de três direções: no campo da pesquisa, no campo das políticas públicas e na educação.

No campo da pesquisa, os estudos CTS têm contribuído na reflexão sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia na academia tradicional, levando a uma nova visão sobre a atividade científica como não essencialista e socialmente contextualizada. Na área das políticas públicas, os estudos CTS têm buscado promover mecanismos democráticos para tomada de decisões em questões referentes às políticas científico-tecnológicas a partir da defesa da regulação social da ciência e da tecnologia. E no campo da educação, suas contribuições são a partir de programas e materiais CTS para o ensino básico e universitário voltados para a nova imagem de ciência e tecnologia.

Tomando como foco o contexto educacional, a abordagem CTS tem seu papel importante por proporcionar uma maior reflexão nas atividades científicas, éticas e morais justamente a partir das discussões sobre as implicações dos aspectos econômicos, políticos, sociais e ambientais, trazendo uma reflexão crítica para uma tomada de decisão por parte dos estudantes (Aikenhead, 1994, 2009; Ribeiro; Marcondes, 2020; Santos, 2007).

Para mobilizar tais reflexões, faz-se necessário compreender que “a imagem do progresso atrelado à ciência, desconsidera a subjetividade e a política presentes no desenvolvimento científico-tecnológico. Logo, ponderar sobre os valores e interesses da C&T, é um exercício necessário à sociedade”, principalmente no contexto educacional (Peixoto, 2019, p. 20).

De acordo com Praia e Cachapuz (2005), embora os conhecimentos científico e tecnológico diferenciem-se em termos de intenções devido às suas particularidades, ambos se entrelaçam. Na sua forma tradicional, o conhecimento científico tem como objetivo inicial a compreensão do mundo, enquanto o tecnológico busca satisfazer as necessidades humanas através de artefatos, na transformação, na ação, dando ênfase na resolução de problemas concretos do cotidiano, mas não distante do conhecimento teórico. Consequentemente, a C&T

tem influenciado e modificado a nossa cultura, nossos pensamentos e comportamentos ao longo dos tempos.

Ampliando um pouco a visão sobre a nossa relação com a tecnologia, Kelly (2012) trouxe o termo *tecnio* para discutir o sistema interconectado e o quanto estamos imbricados com a tecnologia ao nosso redor.

> O técnio vai além dos objetos de metal e silício e inclui a cultura, a arte, as instituições sociais e as criações intelectuais de todos os tipos. Ele inclui objetos intangíveis, como software, legislação e conceitos filosóficos. Acima de tudo, ele inclui os impulsos geradores das nossas invenções que encorajam a produção de mais ferramentas, a invenção de mais tecnologias e a produção de mais conexões que aprimoram este todo (Kelly, 2012, p. 19).

Para Bazzo (2018) é inegável que não há a possibilidade de resistência ao uso da tecnologia, levando-nos à negligência de ponderar suas benesses e malefícios que o progresso tecnológico proporciona. Contudo, no âmbito educacional não é submetendo ao uso de tecnologias avançadas em sala de aula que ocorrerá o resgate de uma profunda reflexão sobre os problemas e soluções para a sociedade.

A abordagem CTS no ensino tem como proposta promover a incorporação, a partir de situações reais, dos conhecimentos científicos e tecnológicos, bem como aspectos sociais e ambientais de forma a proporcionar uma melhor compreensão do mundo, favorecendo o desenvolvimento de valores, reflexões para tomada de decisões a questões relacionadas a políticas públicas locais, regionais e globais (Chassot, 2014; Santos, 2011a, 2011b; Santos; Mortimer, 2002; Schwartz, 2009).

Como proposta de ensino, a educação CTS objetiva estabelecer relações entre a Ciência e os aspectos tecnológicos e sociais, bem como busca contemplar discussões acerca das consequências ambientais, econômicas e éticas referentes ao uso da C&T. Além disso, também se preocupa em desenvolver o pensamento crítico e autônomo, promovendo a alfabetização do indivíduo de forma científica e tecnológica, possibilitando a tomada de decisões. Para isso, faz-se necessário que o estudante desenvolva um aprendizado pautado nos aspectos históricos, filosóficos e políticos para que tenha condições de reconhecer as potencialidades e limitações dos conhecimentos científicos e tecnológicos (Auler, 2007b; Auler; Bazzo, 2001; Santos, 2011a; Santos; Schnetzler, 2015).

> Essa educação CTS teria um papel central de propiciar um processo de domínio cultural dentro da sociedade tecnológica, em que a linguagem científica se constitua como ferramenta cultural na compreensão da cultura

> moderna. Com esse domínio espera-se que os cidadãos possam participar cada vez mais de decisões de ciência e tecnologia, que, em geral, são decididas basicamente por técnicos. Entendemos que essa participação cívica não se restringe a simples escolha de tecnologias, mas em uma visão crítica do processo tecnológico, o que implica abordagem crítica das relações CTS (Santos, 2011a, p. 303).

Nesse sentido, é importante levar o estudante a compreender que o conhecimento científico e tecnológico foi construído ao longo do desenvolvimento da humanidade e, por ser um constructo social, teve e tem suas implicações na sociedade. Como indivíduo inserido numa sociedade é importante entender que cada estudante é corresponsável pelas escolhas e decisões tomadas dentro de seu contexto e, consequentemente, torna-se um agente em potencial de mudanças da realidade.

Para desenvolver em sala de aula o ensino na abordagem CTS é imprescindível fazer uso de estratégias didáticas que favoreçam e incentivem a participação dos estudantes de modo mais ativo durante as etapas do processo de ensino e aprendizagem, elencando e/ou propondo conteúdos sociocientíficos e/ou temas que sejam associados aos contextos dos educandos para que se envolvam na tomada de decisões (Peixoto, 2019).

Algumas estratégias como pesquisa de campo, fóruns de discussões, elaboração de projetos, estudos de caso, aulas em espaços não formais de aprendizagens, ações comunitárias, dentre outros, podem ser utilizadas como alternativas ao ensino CTS (Santos, Schnetzler, 2015).

Em relação ao Ensino de Ciências, Cerezo (1998) afirma que, em termos gerais, o ensino CTS vem se desenvolvendo de três maneiras: CTS como complemento curricular, CTS como complemento de matéria e Ciência e tecnologia por meio de CTS. A descrição sobre cada tipo pode ser observada no Quadro 3.

Quadro 3 - Tipos de Educação CTS

Educação CTS	Descrição
CTS como complemento curricular	Complementa o currículo tradicional com assuntos CTS, de modo opcional ou obrigatório, através da discussão de problemas sociais, ambientais, éticos ou culturais utilizando manuais. A finalidade é promover uma consciência crítica e informada da C&T contemplando aspectos sociais dessa interação. Reorientar esses estudos permite discutir sobre: os limites ecológicos e econômicos do desenvolvimento científico-tecnológico; a imagem pública da ciência; os problemas de superpopulação; e a destruição de recursos não

	renováveis.
CTS como complemento de matéria	Contempla a educação CTS como eixo transversal nas disciplinas científicas. Tal abordagem foi adotada no ensino espanhol, sendo utilizadas unidades curtas que apresentam um guia para o professor e temas diversos como: AIDS, reciclagem de metais, radioatividade, chuva ácida, entre outros. O objetivo é conscientizar os estudantes acerca das consequências socioambientais da C&T devido ao uso de seus artefatos.
Ciência e tecnologia por meio de CTS	Trata-se de uma modalidade voltada aos professores de ciências, a qual visa reconstruir os conteúdos do Ensino de Ciência e tecnologia através de uma ótica CTS. Os conteúdos técnicos se fundem à CTS através de discussões de problemas sociais, estes sendo relevantes na vida dos estudantes. O objetivo educacional é capacitar os alunos a compreenderem os conceitos científicos, enquanto se explica sua utilidade e suas repercussões sociais.

Fonte: Cerezo (1998).

Com o avanço nas discussões sobre a importância do ensino que promova uma formação dos estudantes mais participativa e reflexiva, contemplando uma maior compreensão sobre o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e tecnológicos e social, categorias foram sendo criadas ao longo dos anos. Inspirados na proposta de Aikenhead (1994), Santos e Mortimer (2000) propuseram oito categorias que agrupam as relações CTS voltadas para o ensino médio. Essas categorias podem ser observadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Categoria do ensino CTS

Categorias	Descrição
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciência. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciência com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciência e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.

5. Ciência por meio de conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência
8. Conteúdos de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

Fonte: Adaptado de Santos e Mortimer (2002, p. 124-125).

De acordo com Santos e Mortimer (2002), há uma diferenciação que precisa ser considerada entre as categorias 1 e 8. Na categoria 1 está relacionada ao conteúdo de ciências puro e a categoria 8 ao conteúdo de CTS.

Santos e Mortimer (2002) apoiados em Aikenhead (1994), mencionam que essas categorias não podem ser tomadas como um modelo real de CTS, mas que da terceira à sexta são as categorias que mais aparecem em pesquisa no Brasil relacionadas à abordagem CTS. Os autores ressaltam, ainda, que as categorias 6 e 7 poderiam ser incluídas ao currículo para o ensino médio, como pode ser observado no trabalho de Santos e Mól (2013).

No Brasil, discussões envolvendo o enfoque CTS no ensino de ciências passa a ganhar fôlego a partir da década de 1990 com o surgimento de pesquisas em Programas de Pós-Graduação (Amorim, 1995; Auler, 2002; Cruz, 2001; Santos, 1992), bem como produções de livros abordando uma formação crítica e questionadora em relação à Natureza da Ciência, discutindo as relações CTS e levantando a necessidade de uma formação cidadã dos estudantes através do ensino CTS (Bazzo, 1998; Santos; Schnetzler, 2015).

Com a pretensão de sistematizar a diversidade de entendimento do movimento CTS no contexto da educação científica brasileira ao longo dos anos, Strieder (2012) desenvolveu uma matriz de referência na busca por identificar as abordagens CTS presentes no Ensino de Ciências, destacando aproximações e distanciamentos entre as mesmas a partir de diferentes olhares para a Ciência, para a Tecnologia e para a Sociedade. O Quadro 5 apresenta os diferentes níveis de

compreensão sobre a Racionalidade referente à Ciência e sua construção, a compreensão sobre o desenvolvimento tecnológico e sobre a participação social.

Quadro 5 - Níveis de compreensão sobre a Racionalidade, Desenvolvimento e Participação

Racionalidade	Desenvolvimento	Participação
(1R) Desocultamento da realidade (2R) Universal (3R) Em contexto (4R) Questionada (5R) Insuficiente	(1D) Neutro (2D) Sinônimo de progresso (3D) Especificidades (4D) Orientado (5D) Em contexto	(1P) Reconhecimento (2P) Decisão Individual (3P) Decisão Coletiva (4P) Mecanismos de pressão (5P) Esferas Políticas

Fonte: Strieder (2012, p. 177).

Para uma maior compreensão sobre a que se referem os níveis pertencentes às categorias chamadas de Racionalidade, Desenvolvimento e Participação, organizamos, de forma sistemática e objetiva no Quadro 6, suas definições e características a partir do seu trabalho.

Quadro 6 - Categorias da Matriz de Referência da Abordagem CTS, definições e características

	Categorias	Definição	Características
Racionalidade	(1R) Desocultamento da realidade	Ciência para compreender o mundo	Ênfase na importância do conhecimento científico para compreender o mundo real ou artificial; Garantia da verdade absoluta;
	(2R) Universal	Ciência boa ou má	Surgimento de críticas ao uso social da ciência; se utilizada para o mal a culpa é do responsável pela aplicação;
	(3R) Em contexto	Ciência vulnerável e provisória	Surgimento de críticas aos métodos de produção do conhecimento científico; As verdades são tidas como construções históricas e provisórias.
	(4R) Questionada	Ciência limitada pelas práticas sociais	Críticas relacionadas às contribuições da ciência para dominação de determinadas minorias; entende-se que a produção da ciência não é neutra, mas atende a interesses de uma minoria.
	(5R) Insuficiente	Ciência insuficiente	O conhecimento científico é visto como insuficiente para compreender e resolver problemas da realidade complexa do mundo contemporâneo;

Desenvolvimento	(1D) Neutro	Tecnologia enquanto aparato presente na sociedade	Neutralidade do desenvolvimento científico-tecnológico, não influencia e nem é influenciado pela sociedade; Tecnologia é tida como uma ferramenta ou instrumento com que a espécie humana satisfaz suas necessidades;
	(2D) Sinônimo de progresso	Tecnologia enquanto ciência aplicada	Analisado sob as implicações sociais positivas; noção de progresso como uma sucessão linear; pensamento otimista.
	(3D) Especificidades	Tecnologia como classe de conhecimento	A tecnologia não decorre de forma imediata da ciência, sofre influências da sociedade e difere da técnica; não representa uma mera aplicação da ciência.
	(4D) Orientado	Tecnologia contém propósitos políticos	A tecnologia é vista enquanto sistema que afeta a vida em sociedade, que modela valores, motivações, relações sociais e interpessoais; a tecnologia é uma estrutura cultural que encarna valores de um grupo social específico.
	(5D) Em contexto	Tecnologia voltada às necessidades Básicas	O bem-estar da população não entendido como um subproduto do crescimento econômico; O desenvolvimento tecnológico deve ser pensado inserido em um determinado contexto e buscado satisfazer as necessidades básicas e não gerar lucro econômico.
Participação	(1P) Reconhecimento	Reconhecimento da presença de CT na sociedade	A participação social ocorre a partir do reconhecimento de temas/problemas atuais relacionados à CT;
	(2P) Decisão Individual	Discussão de riscos e benefícios	A participação social ocorre no âmbito da avaliação de pontos de vistas positivos e negativos associados ao uso de determinado resultado/produto da CT; micro participação orientado somente para reinvindicações específicas.
	(3P) Decisão Coletiva	Discussão de problemas e impactos ou transformações	Tem como foco as implicações em diferentes contextos; A decisão ainda relacionada à avaliação dos impactos pós-produção e não ao processo de produção em si.
	(4P) Mecanismos de pressão	Identificação de contradições	A participação social comparece numa possibilidade de intervir no processo de produção e/ou implementação de determinado produto da CT.
	(5P) Esferas Políticas	Compreensão e discussão de políticas	A participação social ocorre através de políticas públicas, na definição de seus objetivos, meios para alcançá-los e maneiras de controlar sua implementação.

Fonte: Elaborada pela autora a partir de Strieder (2012, p. 177-205).

Considerando a nossa intenção de articular a abordagem CTS ao aporte do enfoque histórico-cultural da atividade, é importante compreender que o conhecimento científico e tecnológico foi construído ao longo do desenvolvimento da humanidade, ou seja, é um constructo social e que teve e tem suas implicações na sociedade, seja de modo positivo ou negativo.

Strieder (2012) realizou um mapeamento sobre os diferentes olhares para a Ciência, para a Tecnologia e para a Sociedade a partir de muitas possibilidades e pontos de vista diversos que permitem discutir essas inter-relações. Sob o ponto de vista da construção conceitual da Ciência, seu desenvolvimento perpassa considerando o modo de como se organiza a atividade científica e como são produzidos tais conhecimentos. Ao longo da história da humanidade, seu desenvolvimento ocorreu a partir de influências dos trabalhos de Francis Bacon com o **Indutivismo**; do Círculo de Viena com o **Positivismo Lógico**; de Karl Popper com o emprego do **Refutacionismo** e por Thomas Kuhn com o **Contextualismo**, dentre outros.

Cada método citado foi desenvolvido dentro de um contexto histórico, cultural, político e social. Francis Bacon no início do século XVII, na sua preocupação de diferenciar a ciência da não ciência, organiza o método científico a partir de uma observação organizada dos fatos, dando origem às teorias. Tal método posteriormente foi chamado de empírico-indutivista. Posteriormente, no final do século XIX e início do século XX, passa-se a ter a necessidade de diferentes aportes teóricos e dedutivos, denominados Positivismo Lógico, um pensamento mais elaborado, defendendo a necessidade de submeter as teorias ao processo de verificação, sendo considerada como verdade. Em oposição à verificação para comprovar teorias, Popper propõe o método hipotético-dedutivo em que hipóteses falsificáveis seriam as soluções para o problema. Para Kuhn, é importante tornar o paradigma vigente mais claro e não o contestar. À medida que surgem anomalias (crise), ou seja, resultados não esperados que vão de encontro ao paradigma vigente, pode ocorrer a substituição por um novo, a chamada revolução científica.

Considerando o que foi exposto e tomando como pressuposto os elementos da Teoria da Atividade, cada método e construção do conhecimento estava inserido em um determinado contexto histórico-cultural. Para que o sujeito pudesse produzir o conhecimento científico, a relação entre o sujeito e o objeto foi mediado por artefato que podemos considerar os instrumentos disponíveis e construídos e os signos como os símbolos e a linguagem oral e escrita, todos a partir de uma cultura. Para cada momento histórico houve as regras a serem seguidas dentro do método científico estabelecido por uma comunidade científica que, possivelmente, estabeleceu as divisões de trabalho ou as etapas necessárias a serem realizadas para se chegar ao resultado, a teoria ou o conhecimento científico produzido.

Em relação à dimensão da Tecnologia, a autora supracitada traz, entre outros autores em seu trabalho com outras concepções, entendimento de Feenberg (2010) de que a tecnologia é vista como artefato cultural e que, nesse sentido, não está livre de influências históricas, políticas e culturais. Assim, a tecnologia pode ser classificada como instrumentalista, determinista, substancialista e teoria crítica.

A tecnologia numa perspectiva instrumentalista visa atender às necessidades pessoais, sendo vista sempre como benéfica, promovendo o progresso da sociedade, tornando-se indesejável quando não utilizada com ética. Numa perspectiva determinista, a tecnologia é uma ferramenta utilizada para qualquer projeto político, mas sob uma visão controladora da humanidade, moldando-a às exigências de eficiência e progresso. Sob a ótica substancialista, a tecnologia atende a propósitos individuais e/ou socais, incorporando valor substantivo, não podendo ser utilizada para outros propósitos. A tecnologia numa perspectiva da teoria crítica, apresenta as ideias instrumentalista e substancialista sob uma visão de promessa de maior liberdade, porém reconhecendo as consequências negativas do desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, a tecnologia não é considerada apenas uma ferramenta e nem imbuída de neutralidade, mas como uma estrutura para um estilo de vida (Strieder, 2012, p. 108).

Relacionando a dimensão da tecnologia da abordagem CTS com a teoria da atividade na tentativa de fazer uma aproximação neste trabalho, Feenberg (2010) defende que a tecnologia apresentada como eterna, politicamente neutra, a-histórica, imbuída de valores estritamente técnicos, na verdade é construída historicamente e entendida como artefato cultural e, desta forma, não está livre de influências.

Em relação aos olhares para a sociedade, Strieder apresenta a sociedade dos mitos que está relacionado ao olhar ingênuo que a população apresenta frente à ciência, tendo-a como verdadeira, absoluta, infalível, condutora do progresso, uma visão cientificista criando o mito da salvação da humanidade (Japiassu, 1999, *apud* Strieder, 2012, p. 122).

No entanto, tomando a ciência como atividade humana, conforme apresentado anteriormente e de acordo com Moretti, Asbahr e Rigon, o homem

> Ao agir intencionalmente sobre a natureza, visando transformá-la de modo a satisfazer às suas necessidades, produzindo o que deseja e quando deseja, o homem ao mesmo tempo em que deixa sobre a natureza as marcas da

> atividade humana, também transforma a si próprio constituindo-se humano (Moretti; Asbahr; Rigon, 2011, p. 479).

No processo de produção do conhecimento científico e de novas tecnologias, tomando como pressuposto as bases da teoria da atividade, o homem realiza tal atividade com intencionalidade para atingir um determinado objetivo a partir de uma necessidade histórico-cultural. Essa atividade humana transforma a natureza, considerado aqui como sociedade. Ao mesmo tempo o homem também é transformado pelas marcas deixadas na sociedade a partir de sua atividade.

Esta discussão apresentada entre alguns elementos da teoria da atividade e algumas visões apresentadas no trabalho de Strieder sobre os olhares para Ciência, para a Tecnologia e Sociedade que compõe a Matriz de Referência para a abordagem CTS possibilitou uma aproximação relevante para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que contemplem as relações CTS numa perspectiva histórico-cultural da aprendizagem de ciências.

A partir dos trabalhos desenvolvidos e divulgados pelos autores referenciados anteriormente, mais pesquisas foram e ainda continuam sendo realizadas pela importância de promover um ensino para além dos conhecimentos estritamente científicos e tecnológicos. Nesse sentido, foi realizado um levantamento sistemático para que haja uma maior compreensão sobre o andamento de pesquisas com a abordagem CTS no ensino de Química, assunto que será abordado no próximo capítulo.

Ensinar e aprender Química ainda tem sido um desafio tanto para professores quanto para os estudantes, pois na ótica de muitos discentes os conceitos químicos são vistos como complexos e por vezes abstratos, dificultando sua compreensão. Essa dificuldade é apresentada em pesquisas na área de ensino de Química que apontam a predominância de um ensino pautado na memorização de símbolos e fórmulas, transmissão de informações, sem a devida compreensão por parte, principalmente, dos estudantes do porquê estão estudando tal conteúdo (Santos *et al.*, 2013; Santana; Silva, 2014).

É notório que propostas curriculares para o ensino de Química que são amplamente fundamentadas e divulgadas não coincidem com o modelo de ensino tradicional que se baseia na transmissão e memorização de conhecimento, sem nenhuma reflexão. Em concordância com Santana e Silva (2014, p. 38), “os alunos deveriam ser incentivados à busca de informações e a apropriação dos instrumentos

que lhes permitam analisá-las e a selecioná-las, tornando-se cada vez mais, os senhores de sua aprendizagem".

Considerando os documentos oficiais que regulamentam e normatizam a educação brasileira, a Lei de Diretrizes e Base da Educação (LDB) (Brasil, 1996) que define e regulariza a organização da educação brasileira com base nos princípios presentes na Constituição, prevê que os estudantes da educação básica tenham uma formação que promova o pensamento crítico, pautada na ética e que possam desenvolver a autonomia intelectual, aprimorando-se como pessoas humanas. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) apresentam propostas para a superação do modelo de ensino tradicional com a utilização resolução de problemas concretos, situações do cotidiano a partir de pontos de vista distintos, a interdisciplinaridade como forma de integrar o conhecimento de disciplinas diferentes, dentre outras (Brasil, 2000). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que orienta a elaboração do currículo das redes públicas e privadas, no eixo das Ciências Naturais e suas Tecnologias enfatiza que

> a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimento humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Brasil, 2018, p. 549).

Nesse sentido, percebe-se que a abordagem CTS pode contribuir de maneira ímpar, uma vez que

> um dos principais objetivos da utilização da abordagem CTS no âmbito educacional é possibilitar o 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 (Silva, 2013, p. 24).

Com o avanço nas discussões sobre CTS e com o desenvolvimento de pesquisa na área de educação ao longo dos anos, Bazzo (2018) aponta que questões relacionadas à CTS têm ganhado várias conotações, tais como "enfoque CTS; estudos CTS; abordagem CTS etc.".

Com relação à inserção da abordagem CTS no ensino, Santos e Schnetzler (2015) apresentam nove aspectos importantes que precisam ser considerados (Quadro 7).

Quadro 7 - Os nove aspectos da abordagem de CTS

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

Fonte: Santos e Schnetzler, 2015, p. 69.

Esses nove aspectos da abordagem CTS são uma explicação detalhada e clara sobre os efeitos presentes nas relações existentes entre Ciência-Tecnologia-Sociedade que precisam ser discutidos e contemplados no contexto de sala de aula. Mas, para isso, requer que professores tenham esse conhecimento e consigam desenvolver propostas que diferenciem do modelo tradicional de ensino.

Com o desenvolvimento da abordagem CTS no ensino, passaram a surgir muitas pesquisas sobre os temas sociocientíficos (TSC), questões sociocientíficas (QSC) e aspectos sociocientíficos (ASC) (Ribeiro, 2022), na intenção de inserir no contexto de sala de aula discussões inerentes aos aspectos CTS.

Embora os termos, aparentemente, sejam tomados como sinônimos, eles apresentam diferenciações importantes que precisam ser consideradas de acordo com Ribeiro e Marcondes (2020) (Quadro 8).

Quadro 8 - Diferenciações entre QSC, ASC e TSC

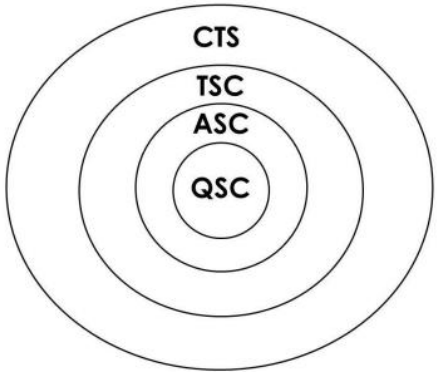
QSC	ASC	TSC
Questões envolvendo controvérsia de ordem moral	Questões relativas a ciência e a tecnologia	Questões relativas à ciência, a tecnologia e questões sociais.

Fonte: Ribeiro e Marcondes, 2020.

De acordo com Mortimer e Santos (2009), os chamados temas sociocientíficos podem identificar assuntos relevantes para serem trabalhados com QSC, ASC e CTS, envolvendo questões econômicas, políticas, ambientais, éticas, sociais e culturais no contexto de sala de aula, instigando o estudante a pensar, refletir e tomar decisões frente aos temas levantados pelo professor, proporcionando uma maior compreensão da sua realidade.

Os autores Ribeiro e Marcondes (2020) apresentam uma ordenação entre as abordagens citadas na Figura 1.

Figura 1 - Ordenamento entre os referenciais QSC, ASC e TSC.



Fonte: Ribeiro e Marcondes, 2020.

De acordo com a proposta da figura 2, por trazer questões controvérsias de ordem moral relacionadas à C&T, as QSC tendem a ser mais específicas. Os demais assuntos sobre C&T são abordados pelos ASC. Os TSC abrangem todos os demais assuntos derivados do CTS. Assim, a partir do TSC que o professor desejar trabalhar em sala de aula, poderá direcionar assuntos mais amplos e seguir apenas uma das faixas apresentadas.

Trabalhos realizados por Santos e Mortimer (2002) enfatizam a necessidade de configurar uma educação mais crítica e reflexiva a partir da Alfabetização Científica e tecnológica (ACT). A ACT está caracterizada pela necessidade de que “a sociedade seja analfabeta científica e tecnologicamente e que, numa dinâmica social crescentemente vinculada aos avanços científico-tecnológicos” (Auler; Delizoicov, 2001, p. 123).

Os autores Auler e Delizoicov (2001) ainda apresentam que há duas perspectivas de ACT, uma reducionista que reduz a ACT a basicamente ao ensino de conceitos, alicerçando-se nas dimensões internalista e técnica, e uma outra numa

visão mais ampliada, aproximando-se das ideias freirianas com um entendimento mais dialógico e problematizador.

> Para Freire, educação relaciona-se com “conhecimento crítico da realidade”, com “uma leitura crítica do mundo”. Esse se constitui no ponto central dessa aproximação: Para “uma leitura crítica do mundo”, para o “desvelamento da realidade”, a problematização, a desmistificação dos mitos construídos, historicamente, sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), é fundamental (Auler; Delizoicov, 2001, p. 128-129).

Podemos perceber que há uma grande aproximação entre as possibilidades de inserção da abordagem CTS e uma convergência entre TSC, ASC, ACT e QSC. Contudo, embora muitos discutam sobre CTS, de acordo com Bazzo (2018), poucos trabalham sob esta ótica.

> É deixar de ver a educação como *containers* herméticos e torná-la mais abrangente, mais dinâmica e, acima de tudo, mais reflexiva. Com isso, estaremos buscando transformar qualquer tipo de desenvolvimento naquele que realmente interessa, que é o do humano, é o da vida, é o do planeta Terra, tão maltratado pela volúpia da produção e do lucro desenfreados (Bazzo, 2018, p. 273).

Uma questão levantada por Azevedo *et al*. (2013) é a dificuldade sentida por professores de inserir temas em sala de aula pela falta de formação que promova melhor compreensão sobre o ensino CTS.

Levar o ensino CTS para o contexto de sala de aula vai muito mais além de inserir temas sociais para possíveis discussões ao longo das disciplinas. Faz-se necessário construir uma mudança na prática e nas concepções pedagógicas, compreender o papel social do ensino de ciências para superar as exemplificações superficiais com temas sociais. Fazer uso de estratégias metodológicas, tomando a abordagem CTS para o ensino de ciências, particularmente neste trabalho o ensino de Química, pode auxiliar na superação da formação conteudista dos estudantes e ainda contribuindo no desenvolvimento de atividades experimentais. Assim, apresentamos no próximo capítulo uma revisão de literatura sobre a abordagem CTS no ensino de química.

3 ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUIMICA: REVISÃO DE LITERATURA

Para uma maior compreensão do desenvolvimento de pesquisas na área de CTS no ensino de Química, realizou-se um levantamento sistemático sobre o tema em periódicos revisados por pares de Qualis[5] Capes A1 e A2: (a) Ciência & Educação, (b) Enseñanza de Las Ciências, (c) Investigações em Ensino das Ciências, (d) Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, (e) Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, (f) Alexandria, (g) Química Nova na Escola e nos (h) e-proceedings da ESERA, considerando o período entre 2011 e 2023.1. Para a escolha, considerou-se revistas que estavam relacionadas a pesquisas no ensino de ciências e que possuem representatividade em níveis nacional e internacional, constituindo um dos principal meio de divulgação de discussão das pesquisas sobre a área de educação em ciências.

A busca nos periódicos escolhidos e no catálogo de teses e dissertações foi realizada a partir da construção de diferentes *strings*, considerando várias combinações que favoreceram o levantamento dos artigos, conforme o Quadro 9.

Quadro 9 - Strings utilizadas para a busca dos trabalhos.

• (CTSA) AND (Química) AND (Experimentos); science-technology-society; • CTSA and Química; • (prática experimental OR atividade experimental OR experimentos OR practical work OR practical activities OR knowledge) AND (CTS OR CTSA OR ciência-tecnologia-sociedade OR STS OR STSE OR science-technology-society) AND (ensino de química OR química OR chemistry education); • CTS OR CTSA OR STS OR ciência-tecnologia-sociedade; • CTS AND química;

[5] Foi utilizado como referência o novo Qualis 2017-2020.

- (prática experimental OR atividade experimental OR experimentos OR practical work OR practical activities OR knowledge) AND (CTS OR CTSA OR ciência-tecnologia-sociedade OR STS OR STSE OR science-technology-society) AND (ensino de química OR química OR chemistry education);
- CTS y química.
- ("CTS" OR "CTSA" OR "PLACTS" OR "STS" OR "CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE" OR "science-technology-society") AND ("ENSINO DE QUÍMICA" OR "CHEMISTRY EDUCATION")

Fonte: A autora, 2023.

Com relação aos periódicos escolhidos, após o processo de busca foram encontrados 48 trabalhos, os quais foram organizados no Quadro 10 em ordem crescente de publicação.

Quadro 10 - Periódicos encontrados após buscas

Nº	Título	Autores	Revista	Ano	v. n.	Qualis
1	Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química	Ruth do Nascimento Firme; Edenia Maria Ribeiro do Amaral	Ciência & Educação	2011	v. 17 n. 2	A1
2	Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA	Gabriel Antonio Fontes Rebello, Mécia de Matos Argyros, Wallace Leonardo Lopes Leite, Mayke Machado Santos, José Celestino Barros, Paula Macedo Lessa dos Santos e Joaquim Fernando Mendes da Silva	Química Nova na Escola	2012	v. 34 n. 1	A2
3	Ciência, tecnologia e sociedade; trabalho e educação: possibilidades de integração no currículo da educação profissional tecnológica	Abelardo Bento Araújo; Maria Aparecida da Silva	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	2012	v. 14	A1
4	Tema sociocientífico "cachaça" em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS	Míriam Stassun dos Santos; Carmem Lúcia Costa Amaral; Maria Delourdes Maciel	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	2012	v. 14	A1
5	Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula	Luís Gustavo D' Carlos Barbosa; Maria Emília Caixeta de Castro Lima; Andrea Horta Machado	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	2012	v. 14 n 1	A1
6	Programa de formação de educadoras de infância: Seu contributo para a (re)construção de conceções Ciência-Tecnologia-Sociedade	Maria José Rodrigues1 e Rui Marques Vieira2	Enseñanza de Las Ciências	2012	v. 11 n. 3	A1
7	Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas	Juliana Viégas Mundim; Wildson Luiz Pereira dos Santos	Ciência & Educação	2012	v. 18 n. 4	A1

	sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar					
8	Levantamento Sobre a Produção CTS no Brasil no Período de 1980-2008 no Campo de Ensino de Ciências	Teo Bueno de Abreu, João Paulo Fernandes, Isabel Martins	Alexandria	2013	v.6 n.2	A2
9	O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos	Fabiane Fabri, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira	Investigação em ensino de Ciências	2013	v. 18 n. 1	A1
10	O uso de documentários para o debate ciência-tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula	Leila Cristina Aoyama Barbosa; Walter Antonio Bazzo	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	2013	v. 15	A1
11	Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS	Antônio Inácio Diniz Júnior e João R. R. Tenório da Silva	Química Nova na Escola	2014	v. 38 n. 1	A2
12	Abordando o Tema Alimentos Embutidos por Meio de uma Estratégia de Ensino Baseada na Resolução de Casos: Os Aditivos Alimentares em Foco	Ivoni Freitas-Reis e Fernanda Luiza de Faria	Química Nova na Escola	2014	v. 38 n. 4	A2
13	O Ensino de Polímeros na Perspectiva da Educação Dialógica com Enfoque em CTS	Adriana Marques De Oliveira, Marina Celina Piazza Recena	Alexandria	2014	v.7 n.1	A2
14	Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS	Andréia Cristina Cunha Buffolo, Maria Aparecida Rodrigues	Investigação em ensino de Ciências	2015	v.20 n. 1	A1
15	Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores	Erivanildo Lopes da Silva; Maria Eunice Ribeiro Marcondes	Ciência & Educação	2015	v. 21 n. 1	A1
16	Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental	Danilo Oliveira do Nascimento de Andrade, Natália Bruzamarello Caon Branco e Fábio Peres Gonçalve	Química Nova na Escola	2016	v. 41 n. 3	A2
17	O Ensino de Química e a Qualidade do Ar Interior:	Silvaney de Oliveira, Orliney Maciel	Revista Brasileira de	2016	v.16 n.3	A1

	Análise de uma Proposta de Abordagem Temática com Enfoque CTS	Guimarães, Leonir Lorenzetti	Pesquisa em Educação em Ciências			
18	O enfoque CTS e as concepções de tecnologia de alunos do ensino médio	Silvaney de Oliveira, Orliney Maciel Guimarães, Leonir Lorenzetti	Alexandria	2016	v.9 n.2	A2
19	Ensino de soluções químicas por meio do enfoque ciência-tecnologia-sociedade	Tânia Mara Niezer, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira e Elenise Sauer	Enseñanza de Las Ciências	2016	v. 15 n. 3	A1
20	Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares	Ricardo Luiz Zanotto; Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira; Elenise Sauer	Ciência & Educação	2016	v. 22 n. 3	A1
21	Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras	Polliane Santos de Sousa; Simoni Tormöhlen Gehlen	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	2017	v. 19	A1
22	Corantes: Uma Abordagem com Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) Usando Processos Oxidativos Avançados	Wendel M. Ferreira, Letícia B. da Rocha, Lenalda D. dos Santos, Bárbara L. S. R. Santos e Ângelo F. Pitanga	Química Nova na Escola	2018	v. 40 n. 4	A2
23	O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: Uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos	Júlia D. Bouzon, Juliana B. Brandão, Taís C. dos Santos e Álvaro Chrispino	Química Nova na Escola	2018	v. 40 n. 3	A2
24	Tabela de Tempo de Decomposição de Materiais: Contexto para a Abordagem de Química Ambiental no Ensino Profissional de Nível Médio	Alfredo L. M. L. Mateus, Andréa H. Machado e Patrícia A. Aguiar	Química Nova na Escola	2018	v. 44 n. 3	A2
25	Influência do Conteúdo de Química na Elaboração de Questões do Novo ENEM Associadas ao Enfoque CTS	Jorge Raimundo da Trindade Souza, Licurgo Peixoto de Brito	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2018	V.18 n. 2	A1
26	A rede temática e o ciclo temático na busca pela cultura de participação na educação CTS	Júlio César Lemos Milli, Eliane dos Santos Almeida, Simoni Tormöhlen Gehlen	Alexandria	2018	v.11 n.1	A2
27	Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio	Moises Marques Prsybyciem1, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira2 e Elenise Sauer2	Enseñanza de Las Ciências	2018	v. 17 n. 3	A1
28	Una visión sobre propuestas de	Carlos Alberto Marques1 e Adélio A. S. C.	Enseñanza de Las	2018	v. 17 n. 1	A1

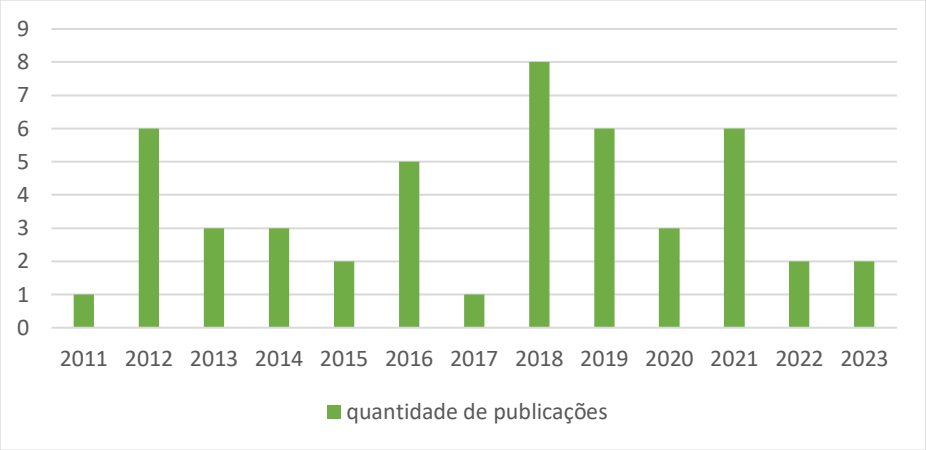
	enseñanza de la Química Verde	Machado2	Ciências			
29	Abordagem CTS em manuais escolares de Química do 10º ano em Portugal: um estudo de avaliação	Eniz Conceição Oliveira; Cecília Guerra; Nilza Costa; José Claudio Del Pino	Ciência & Educação	2018	v. 24 n. 4	A1
30	Professores de Química em Formação Inicial: o que Pensam e Dizem sobre as Relações entre Meio Ambiente, Ciência, Tecnologia e Sociedade	Rodrigo Luz Silva, Eliane dos Santos Almeida, Elisangela Silva do Nascimento, Christiana Andréa Vianna Prudêncio	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2019	v.19	A1
31	Controvérsias sobre o aquecimento global e ato responsável: uma categoria bakhtiniana para ajudar a pensar questões sociocientíficas em aulas de ciências	Luis Gustavo D' Carlos Barbosa, Maria Emília Caixeta Castro lima, Andréa Horta Machado	Alexandria	2019	v.12 n.1	A2
32	O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na reconstrução da identidade profissional docente	Andrei Steveen Moreno Rodríguez, José Claudio Del Pino	Investigação em ensino de Ciências	2019	v. 24 n. 2	A1
33	Organização curricular na perspectiva Freire-CTS: propósitos e possibilidades para a educação em ciências	Eliane dos Santos Almeida; Simoni Tormöhlen Gehlen	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	2019	v. 21	A1
34	Características de pesquisas nacionais e internacionais sobre temas controversos na Educação Científica	Kellys Regina Rodio Saucedo; Maurício Pietrocola	Ciência & Educação	2019	v. 25 n. 1	A1
35	The controversial aspect of the socioscientific issue as a discursive construction of the teacher	Gabriel Saraiva Gomes[1], Marcelo Giordan1	e-Proceedins ESERA	2019	-	-
36	Educação Ambiental e Educação CTS numa perspectiva freireana: a necessária superação da contradição entre conservação e desenvolvimento	Rodrigo da Luz, Eliane dos Santos Almeida, Rosiléia Oliveira de Almeida	Investigação em ensino de Ciências	2020	v. 25 n. 3	A1
37	Os valores na pesquisa em educação em ciências e indicativos para uma prática educacional ético-crítica	Jefferson da Silva Santos, Simoni Tormohlen Gehlen	Investigação em ensino de Ciências	2020	v. 25 n. 1	A1
38	As dimensões sociais da ciência e da tecnologia em livros didáticos integrados de ciência do 4º ano do ensino fundamental	Juliana Pinto Viechenesk; Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira; Marcia Regina Carletto	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	2020	v. 22	A1
39	Plástico no Mar:	Amélia B. de Souza,	Química	2021	v. 34	A2

	Polímeros à Deriva!	Anne Caroline C. Santos, Joseane de A. Santana e Maria Clara P. Cruz	Nova na Escola		n. 1	
40	Um olhar sobre controvérsias nas publicações nacionais de ensino CTS pela análise de redes sociais	Thiago Brañas de Melo, Daniel Figueira de Aquino, Luis Gustavo Magro Dionysio, Nelson Luiz de Andrade Lima, Cristiano da Silva Vidal, Alvaro Chrispino	Alexandria	2021	v.14 n.2	A2
41	Um estudo sobre a apropriação de conceitos de termoquímica na perspectiva Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente	Andressa Algayer da Silva Moretti e Zenaide de Fatima Dante Correia Rocha	Enseñanza de Las Ciências	2021	v. 20 n. 1	A1
42	Raças Humanas como uma Questão Sociocientífica (QSC): implicações na formação de professores de ciências	Thabata Rodrigues de Carvalho; Nataly Carvalho Lopes	Ciência & Educação	2021	v. 27	A1
43	Ensino de ciências na educação infantil: uma proposta lúdica na abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS)	Edith Gonçalves Costa; Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida	Ciência & Educação	2021	v. 27	A1
44	Educação do Campo, CTS, Paulo Freire e Currículo: pesquisas, confluências e aproximações	Jair Werlang; Patrícia Barbosa Pereira	Ciência & Educação	2021	v. 27	A1
45	Articulações entre educação CTS e natureza da ciência na pesquisa em educação em ciências	Carolina Santos Bonfim, Roseline Beatriz Strieder, Patrícia Fernandes Lootens Machado	Alexandria	2022	V.15 n.2	A2
46	Pensamento crítico em uma sequência de ensino-aprendizagem com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade tratando da temática combustíveis	Erivanildo Lopes da Silva, Ortência da Paz Santiago e Rui Marques Vieira	Enseñanza de Las Ciências	2022	v. 21 n. 2	A1
47	Freire-CTS e/ou CTS-Freire?	André de Azambuja Maraschin, Eril Medeiros da Fonseca, Renata Hernandez Lindemann	Alexandria	2023	v.16 n. 1	A2
48	Propostas didáticas com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): Rumo à coerência epistemológica do trabalho docente	Andrei Steveen Moreno-Rodríguez e José Claudio Del Pino	Enseñanza de Las Ciências	2023	v. 22 n. 1	A1

Fonte: A autora, 2023.

Com o levantamento realizado, podemos perceber que apesar da temática ou abordagem CTS/CTSA ser discutida há mais de trinta anos no contexto educacional brasileiro, ainda assim é bastante relevante, conforme o agrupamento anual apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1 - Quantidade de artigos publicados nos periódicos com o tema CTS/CTSA entre 2011 e 2023.1



Fonte: A autora, 2023.

Para análise dos trabalhos encontrados, foram elencados alguns critérios de inclusão e exclusão para o melhor delineamento do levantamento, conforme o quadro 11.

Quadro 11 - Critérios de inclusão e exclusão

Inclusão	Exclusão
• Artigos avaliados por pares. • Trabalhos que apresentam o ensino de química e a abordagem CTS/CTSA. • Trabalhos que contemplem os conteúdos e/ou temas relacionados à Química e direcionados ao ensino médio.	• Trabalhos relacionados à formação inicial e continuada de professores de química e demais áreas. • Artigos que estejam em outros periódicos que não sejam A1 e A2. • Artigos que não sejam avaliados por pares. • Artigos que não apresentam a abordagem CTS/CTSA.

Fonte: A autora, 2023.

Com a implementação de todos os critérios de inclusão e exclusão, 14 trabalhos foram selecionados e lidos na íntegra, como pode ser observado no quadro 12.

Quadro 12 - Levantamento sistemático após implementação dos critérios de inclusão e exclusão

Nº	Autores	Título	Revista	v. n.	Ano	Qualis

1	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	2011	A1
2	Rebello, G. A. F.; Argyros, M. M.; Leite, W. L. L.; Santos, M. M.; Barros, J. C.; Santos, P. M. L.; Silva, J. F. M.	Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA	Química Nova na Escola	v. 34 n. 1	2012	A2
3	Diniz Júnior, A. I.; Silva, J. R. R. T.	Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS	Química Nova na Escola	v. 38 n. 1	2014	A2
4	Freitas-Reis, I.; Faria, F. L.	Abordando o Tema Alimentos Embutidos por Meio de uma Estratégia de Ensino Baseada na Resolução de Casos: Os Aditivos Alimentares em Foco	Química Nova na Escola	v. 38 n. 4	2014	A2
5	Oliveira, A. M.; Recena, M. C. P.	O Ensino de Polímeros na Perspectiva da Educação Dialógica com Enfoque em CTS	Alexandria	v.7 n.1	2014	A2
6	Buffolo, A. C. C.; Rodrigues, M. A.	Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS	Investigações no Ensino das Ciências	v.20 n. 1	2015	A1
7	Zanotto, R. L.; Silveira, R. M. C. F.; Sauer, E.	Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares.	Ciência & Educação	v. 22 n. 3	2016	A1
8	Oliveira, S.; Guimarães, O. M.; Lorenzetti, L.	O Ensino de Química e a Qualidade do Ar Interior: Análise de uma Proposta de Abordagem Temática com Enfoque CTS	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	v.16 n.3	2016b	A1
9	Oliveira, S.; Guimarães, O. M.; Lorenzetti, L	O enfoque CTS e as concepções de tecnologia de alunos do ensino médio	Alexandria	v.9 n.2	2016a	A2
10	Prsybyciem, M. M.; Silveira, R. M. C. F.; Sauer, E.	Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio	Enseñanza de Las Ciências	v. 17 n. 3	2018	A1
11	Ferreira, W. M.;	Corantes: Uma	Química	v. 40	2018	A2

	Rocha, L. B.; Santos, L. D.; Santos, B. L. S. R.; Pitanga, A. F.	Abordagem com Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) Usando Processos Oxidativos Avançados	Nova na Escola	n. 4		
12	Gomes, G. S.; Giordan, M.	The controversial aspect of the socioscientific issue as a discursive construction of the teacher	e-Proceedins ESERA	-	2019	-
13	Moretti, A. A. S.; Rocha, Z. F. D. C.	Um estudo sobre a apropriação de conceitos de termoquímica na perspectiva Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente	Enseñanza de Las Ciências	v. 20 n. 1	2021	A1
14	Souza, A. B.; Santos, A. C. C.; Santana, J. A.; Cruz, M. C. P.	Plástico no Mar: Polímeros à Deriva!	Química Nova na Escola	v. 34 n. 1	2021	A2

Fonte: A autora, 2023.

As leituras dos artigos selecionados para essa análise inicial foram norteadas pelas perguntas presentes no Quadro 13 com a finalidade de compreender melhor sobre as discussões na área de ensino de Química e a abordagem CTS/CTSA.

Quadro 13 - Perguntas norteadoras para as leituras dos artigos.

1. Quais aspectos epistemológicos e pedagógicos sobre a abordagem CTS/CTSA estão presentes nesses artigos?
2. Quais estratégias de ensino estão sendo utilizadas para trabalhar a abordagem CTS/CTSA?
3. Como estão sendo fundamentadas essas pesquisas? Quais autores estão fundamentando esses trabalhos?

Fonte: A autora, 2023.

Ressalta-se que, na busca para responder a essas perguntas, os quatorze artigos foram lidos na íntegra e algumas percepções estão apresentadas nos itens a seguir.

3.1 ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS IDENTIFICADOS NOS TRABALHOS

Com relação aos aspectos epistemológicos, os trabalhos 1 e 6 relacionam-se à abordagem CTS/CTSA com discussões sobre questões socioambientais (QSA) para o ensino de Química, além de conceitos de ciências e tecnologia, levantando questionamentos sobre as implicações sociais provenientes do desenvolvimento

científico. De acordo com Vilches, Gil-Pérez e Praia (2011), as QSA é uma das preocupações da abordagem CTSA, uma vez que busca a sensibilização dos estudantes a respeito da responsabilidade sociopolítica e ambiental enquanto cidadão. Nesse sentido os autores se apoiam nos trabalhos de Martins (2003), Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) para enfatizar a importância de vincular o conhecimento científico e tecnológico com contextos sociais para promover uma reflexão crítica sobre situações reais e existenciais na vida do estudante.

Considerando a alfabetização científica e tecnológica (ACT) como um dos aspectos epistemológicos da abordagem CTS/CTSA, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), afirmam que a ACT busca a formação científica como possibilidade de os estudantes exercerem a cidadania na participação de discussões e tomada de decisões em questões científicas e tecnológicas existentes na sociedade. Nessa perspectiva, o trabalho 7 fundamenta-se na ACT segundo Chassot (2006), que considera a indissociabilidade entre o conhecimento científico do cotidiano, para desmistificar conceitos químicos a partir de saberes populares na construção do conhecimento científico. Já os artigos 8 e 9, baseiam-se nos parâmetros da ACT segundo Aikenhead (2003) e Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009), que apontam a necessidade da superação da abordagem de conceitos científicos incoerentes com a realidade dos estudantes, além de possibilidades para a promoção de uma alfabetização científica e tecnológica. O artigo 8 busca analisar as contribuições resultantes da inserção de uma abordagem temática com Enfoque CTS, considerando os quatro parâmetros da alfabetização científica e os três parâmetros da alfabetização tecnológica (Bocheco, 2011). Enquanto o do artigo 9 busca compreender as concepções dos estudantes do ensino médio em relação à tecnologia a partir dos parâmetros da ACT abordados por Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2015) e considerando as características das concepções de tecnologia na perspectiva do filosófico da Teoria Crítica de Andrew Feenberg (Feenberg, 2001; 2002).

Os trabalhos 10 e 12 apresentam as questões sociocientíficas (QSC) como aspecto epistemológico da abordagem CTS/CTSA. As QSC são caracterizadas a partir de temas de natureza controversa relacionados a temas sociais e conhecimento científico, enfatizando aspectos políticos, tecnológicos, morais, éticos e ainda a natureza da ciência (Pérez; Carvalho, 2012). O artigo 10 relaciona as QSC com investigação científica para a superação do ensino de ciências fragmentado e

uma deformação da visão de ciência e tecnologia (Auler; Delizoicov, 2006; Chassot, 2006; Santos; Schnetzler, 2015). Já o artigo 12 apresenta em sua fundamentação algo mais definido, mencionando a presença de temas controversos, uma característica das QSC.

O artigo 4 apoia-se em Santos e Mortimer (2002) para organizar o ensino de conceitos químicos relacionado ao tema “Alimentos Embutidos” a partir da abordagem CTS. Para os autores, a abordagem CTS possibilita ao estudante a formação do pensamento crítico, reflexivo e consciente sobre questões reais. Os autores também mencionam que o tema escolhido se enquadra como Temas Sociocientíficas (TSC), por ser relevante para o ensino e buscar formar cidadãos, embora não apresentem pesquisas que fundamentem sobre TSC.

Os autores do trabalho 5 trazem uma articulação entre as concepções educacionais de Freire com a abordagem CTS como possibilidade de inserção do indivíduo no contexto social para transformação da realidade, a partir da utilização de temas geradores numa perspectiva de Investigação Temática (Freire, 1987; Delizoicov; Angotti, 1991; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002; Torres et al., 2008).

O trabalho 2, ao propor o desenvolvimento do tema “nanociência e nanotecnologia” no currículo de Química no ensino médio sob a ótica da abordagem CTSA, os autores trazem como referência outros trabalhos como fundamentação para inserção dessa abordagem no ensino de Química e como orientação para estruturar a proposta a ser implementada (Firme; Amaral, 2011; Margel *et al*., 2006; Marques *et al*., 2007; Pereira *et al*., 2010; Rebelo *et al*., 2008).

O trabalho 3, para fundamentar o uso da abordagem CTS no ensino sobre isômeros, funções orgânicas e radicais livres, os autores recorrem a pesquisas já conceituadas na área CTS/CTSA (Silva; Schnetzler, 2015; Santos; Mortimer, 2002; Marcondes *et al*., 2009; Pinheiro *et al*., 2007) com a intensão de evidenciar a dimensão social do desenvolvimento científico e tecnológico.

Buscando descrever a implementação e a análise de uma intervenção didática com a abordagem CTS para ensinar os processos oxidativos avançados na aula de Química, o trabalho 11 apresenta sua fundamentação teórica pautada nos autores Santos e Mortimer (2002) e Niezer *et al*. (2016) para o redimensionamento do conteúdo abordado, incluindo discussões sobre os conhecimentos tecnológicos e sociais.

O trabalho 14 traz uma proposta para trabalhar o conteúdo de polímeros a partir do tema “Poluição Marinha”, promovendo o ensino de polímeros numa perspectiva para além dos conceitos químicos (Santos; Schnetzler, 2015), buscando a formação de cidadãos a partir de uma contextualização crítica (Santos, 2008; Santos *et al*., 2010) pautadas nas ideias de Paulo Freire e na alfabetização científica (Aikenhead, 2005; Pinheiro, Silveira, Bazzo, 2007; Santos; Schnetzler, 2015).

O artigo 13 apresenta uma convergência entre a teoria sociointeracionista (VYGOTSKY, 2007), considerando o homem como sujeito inserido no contexto histórico-cultural e a abordagem CTSA discutida por Aikenhead (2009), em que defende o ensino CTSA partindo do universo da sociedade. Nesse sentido, há a possibilidade de abordar as questões CTS/CTSA, contemplando o desenvolvimento científico e tecnológico à luz do contexto histórico-cultural.

Apesar de alguns artigos apresentarem QSA, TSC, ACT e QSC como aspectos epistemológicos aparentemente distintos, não foi possível perceber com clareza tais definições nos textos por convergirem em muitos pontos tais como, a formação do pensamento crítico e reflexivo do estudante a partir dos conhecimentos científicos, tecnológicos e impactos sociais. Nesse sentido, os autores Pedretti e Nazir (2011) sugerem uma classificação das propostas de ensino CTS/CTSA em suas diferentes variações, considerando os recursos didáticos a serem utilizados e as finalidades de ensino.

3.2 ASPECTOS PEDAGÓGICOS IDENTIFICADOS NOS TRABALHOS

Em relação aos aspectos pedagógicos, a maioria dos trabalhos utiliza aulas temáticas como estratégia na implementação da abordagem CTS/CTSA no ensino de conceitos químicos a partir de sequências didáticas.

O artigo 1 apresenta a análise da prática de professores de química a partir da “problemática do descarte de pilhas” como tema para explorar os conceitos de eletroquímica, considerando as consequências ambientais desse descarte e a contaminação com metais pesados presentes nas pilhas.

O artigo 6 aborda a temática “Agrotóxico”, considerando a economia agrícola do município, articulando os conhecimentos químicos de soluções, diluição, concentração e pH de soluções para a promoção de uma educação crítica e reflexiva frente ao uso de agrotóxico e alternativas de cultivo mais sustentáveis. O

artigo 8, a partir de um levantamento de saberes populares sobre o conhecimento químico, abordou a temática “cebola é utilizada em machucados para não arruinar ferimentos” para a promoção da alfabetização científica dos estudantes.

O trabalho 12 desenvolveu uma sequência didática a partir da temática “Você sabe o que há na água do riacho Pirajussara?”, levantando discussões sobre as origens e possíveis soluções para a poluição da água do riacho, abordando conceitos de pH e substâncias inorgânicas como ácidos e bases. Já o artigo 13 abordou a aula temática intitulada “Qual a química que você respira?”, trabalhando as substâncias presentes no ar atmosférico, discutindo aspectos da poluição e suas consequências. Esses trabalhos apresentam uma proposta pedagógica problematizadora, partindo de problemas reais. Percebe-se que há uma breve aproximação com algumas características da pedagogia freireana pelas temáticas abordadas estarem associadas ao contexto da vida dos estudantes. Segundo Freire (2014), a formação do caráter crítico e reflexivo está numa educação problematizadora, a partir de temas geradores que estabelecem relações entre os estudantes e o mundo em que estão inseridos.

Diferentemente dos demais trabalhos, o artigo 10 apresenta como estratégia pedagógica a experimentação investigativa apoiada pelos estudos de Gondim e Mól, (2006), Suart e Marcondes (2009), tendo o roteiro construído pelos estudantes a partir de questões levantadas por eles (PRSYBYCIEM, 2015), tendo como pergunta norteadora “O que você entende por chuva ácida?”. Ou seja, não houve roteiro pronto para a atividade experimental desenvolvida. De acordo com Suart (2008), a experimentação investigativa possibilita o desenvolvimento crítico dos estudantes, além de oportunizá-los a conhecer e vivenciar o trabalho científico.

O trabalho 11 traz a experimentação como possibilidade de estratégia de ensino para inserir as discussões em relação aos processos científicos e tecnológicos do conteúdo sobre processos oxidativos a partir de uma abordagem CTS. Para isso, os autores deste trabalho tomam como referência os trabalhos de Suart e Marcondes (2009) e Firme e Amaral (2011). Contudo, não apresenta uma definição quanto à perspectiva de atividade experimental: ilustrativa, demonstrativa-investigativa, investigativa ou problematizadora.

Os trabalhos 8, 9 e 14 apresentam a organização da sequência didática de acordo com a proposta dos três momentos pedagógicos: a problematização inicial,

a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento (Delizoicov, 2005; Muenchen; Delizoicov, 2014).

O artigo 8 sob o tema “Qualidade do Ar Interior” apresenta uma perspectiva investigativa de experimentação, visando a superação do simples manuseio de materiais ou a ilustração de conceitos, oportunizando a discussão dos experimentos por parte dos estudantes. A proposta didático-pedagógica do trabalho 9, sob o mesmo tema, foi desenvolvida a partir de uma temática norteadora socialmente relevante que possibilitou a discussão das interações CTS, uma série de parâmetros de ACT articulados ao tema e aos conteúdos Estudo dos Gases e Cinética Química. Como resultado, foram identificadas algumas concepções ingênuas e outras com certa criticidade em relação à tecnologia, devido a uma maior necessidade de tempo para uma reflexão crítica sobre a atividade tecnológica. Já o trabalho 14, no primeiro momento houve o processo de investigação do conhecimento prévio dos estudantes sobre a temática por meio de perguntas “O que são plásticos para vocês? Vocês utilizam o plástico no cotidiano? Em quê? Vocês acreditam que esse plástico que vocês utilizam vai parar onde? Vocês pensam que os plásticos que vocês utilizam podem chegar em outro lugar? Então com o vento e com o descarte inadequado esses materiais podem chegar em outros lugares como nos mares. O que vocês julgam que pode acontecer? O que são polímeros? Vocês já ouviram falar?”. No segundo momento foi trabalhado o tema escolhido, buscando significados científicos e sociais para promover conexão com o mundo e a consciência. E no último, os estudantes foram instigados a ver o tema para além do habitual, aprendendo os conceitos de polímeros a partir de exposição de imagens retratando o descarte inadequado do plástico com o nome dos polímeros e suas respectivas reações de sínteses, retomando as discussões baseando-se nos conceitos científicos sobre o plástico. Durante o processo, os estudantes realizaram uma produção textual sob o tema “Plástico no mar: polímeros à deriva”.

Os caminhos pedagógicos presentes no trabalho 5 estão pautados na Investigação Temática proposta por Freire (1987) e organizada de forma adaptativa ao proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), sendo desenvolvida em 5 etapas. Os autores do trabalho citado apresentam o tema gerador “Plásticos” com o objetivo de trabalhar os conceitos sobre Polímeros, contemplando discussões sobre as influências da mídia e meios de comunicação, meio ambiente e políticas públicas.

Para desenvolver a proposta de aula sob o tema “nanociência e nanotecnologia” a partir da abordagem CTSA, o artigo 2 apresenta uma sequência em etapas. Na primeira faz uso de um vídeo didático, contextualizando o tema quanto à constituição, à formação e escalas nanométricas. Na segunda etapa, os estudantes produzem nanopartículas a partir de um roteiro previamente construído pelos autores, utilizando materiais do cotidiano e ao final do experimento, a apresentação do vídeo didático é retomada mostrando o mesmo experimento desenvolvido em laboratório e com materiais mais específicos. E na última etapa, a aula é finalizada com o debate sobre os benefícios do uso dos nanomateriais em diversas áreas e sobre as questões ambientais envolvendo a nanopoluição.

O trabalho 3 apresenta a proposta desenvolvida em três ciclos de três encontros para cada série do ensino médio. O primeiro ciclo voltado para os estudantes da 3ª série trabalhando isomeria, o 2º ciclo com os estudantes da 1ª série vivenciando as funções orgânicas e o 3º ciclo com os estudantes da 2ª série trabalhando radicais livres. De modo geral, os encontros foram organizados para trabalhar o conceito científico, as características e definições do conteúdo em questão e no último encontro, discussões com o intuito de promover a conscientização dos estudantes quanto o aspecto social e ambiental.

O artigo 4 utiliza a Estratégia de Ensino Estudo de Caso (EEEC), uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), são casos, que podem ser situações verídicas ou não, com narrativas sobre personagens que vivenciam dilemas e que necessitam tomar decisões. (Herreid, 1997). Os autores trazem a EEEC como uma estratégia possível de trabalhar com a abordagem CTS por instigar o estudante a identificar o problema, realizar pesquisas para ver alternativas, levantar hipóteses para propor possíveis soluções, julgá-las e tomar a melhor decisão.

Diante dos trabalhos apresentados e analisados sob a ótica dos aspectos epistemológicos e pedagógicos foi possível perceber os direcionamentos em relação à inserção da abordagem CTS/CTSA no ensino de Química para o ensino médio. Em relação aos caminhos pedagógicos apresentados nos trabalhos analisados, quatro trabalhos se aproximam de algumas características da metodologia freireana pelo processo de ensino partir de temas, próximo da vivência dos estudantes para uma educação crítica e reflexiva, bem como os trabalhos que utilizam temáticas problematizadoras e investigação temática. Observamos que apenas dos dois

trabalhos que utilizam a experimentação como estratégia de ensino, apenas um deles apresenta uma proposta fundamentada, importante para o delineamento da finalidade de ensino.

O presente levantamento nos auxilia a ter uma visão sobre o andamento das pesquisas sobre a abordagem CTS/CTSA no ensino de Química nos principais periódicos, corroborando no entendimento sobre a importância do desenvolvimento desta tese.

4 A TEORIA DA ATIVIDADE: ASPECTOS HISTÓRICOS, BASES TEÓRICAS E APROXIMAÇÕES COM O ENSINO DE QUÍMICA

Neste capítulo pretendemos apresentar a Teoria Histórico-cultural da Atividade (THCA) e suas gerações a partir das contribuições de três teóricos Vygotsky, Leontiev e Engeström, pontuando suas principais características e diferenciações para auxiliar numa maior compreensão no desenvolvimento de uma atividade nessa perspectiva e uma aproximação entre a atividade experimental e a abordagem CTS.

4.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DA TEORIA DA ATIVIDADE

4.1.1 A primeira geração: Lev Vygotsky

Epistemologicamente, a Teoria Histórico-Cultural da Atividade, também conhecida por sua sigla inglesa (CHAT) Cultural-Historical Activity Theory tem sua origem pautada no materialismo histórico-dialético defendido por Karl Marx (1989), em que a constituição do ser humano ocorre quando há a apropriação da cultura e de tudo que foi desenvolvido pela espécie humana, incluindo formas de expressões culturais estabelecidas pela sociedade. Nesse sentido, entende-se que o homem se torna humano durante seu processo de desenvolvimento e que esse movimento faz parte da construção histórica da humanidade (Moretti; Asbahr; Rigon, 2011).

Um dos principais pressupostos que a teoria histórico-cultural da atividade advindo da teoria marxista é a forma de ver o trabalho como centro do desenvolvimento humano e social (Santos; Asbahr, 2020).

A primeira geração está relacionada aos estudos de Lev Vygotsky que, na primeira metade do século XX na União das Repúblicas Socialistas Soviética (URSS), passou a defender a constituição do humano - da consciência, como uma atividade social, não sendo possível a separação do homem do meio sociocultural que o cerca (Vygotsky, 2004).

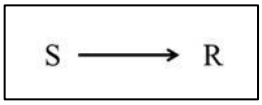
Nesse sentido, a constituição do homem enquanto sujeito ocorre a partir da apropriação do legado cultural da humanidade e na qualidade das interações com o meio social e físico em que vive (Trindade; Moretti, 2000). É através dessas interações que o ser humano participa de forma ativa na construção e transformação

do meio e de si mesmo. É justamente nessa relação dialética com o mundo em sua volta que o homem enquanto sujeito de constitui e se desenvolve.

E, tendo em vista que, o desenvolvimento do ser humano está intimamente ligado ao contexto sociocultural, para Vygotsky (1995) essa interação com o mundo não ocorre de forma direta, mas através da mediação.

Nessa perspectiva, pode-se compreender o papel fundamental da atividade mediadora na diferenciação das funções psicológicas elementares das superiores. Para Vygotsky, as funções psicológicas elementares estão relacionadas às reações instintivas, com a satisfação das necessidades vitais para sobrevivência, típica de um comportamento animal, o que o autor chama de ‘estímulo – resposta’, numa relação direta com o mundo (Figura 2).

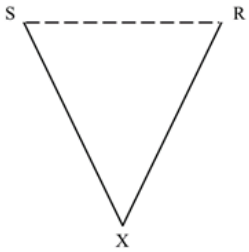
Figura 2 - Relação direta, estímulo - resposta.



Fonte: Vygotsky (1991, p. 44).

Enquanto as funções superiores estão relacionadas a mecanismos mais lapidados, conferindo o controle da consciência e do comportamento, considerados como típicos dos seres humanos que vão além da satisfação das necessidades estritamente biológicas, passando a agir de forma intencional sobre a natureza, com ações mediadas por instrumentos/artefatos culturais (Figura 3).

Figura 3 - Relação mediada.



Fonte: Vygotsky (1991, p. 45)

No início da vida de uma criança, os fatores biológicos superam os sociais e aos poucos, à medida que as interações com seu grupo social e com os objetos de sua cultura passam a ocorrer, o desenvolvimento do pensamento e comportamento da criança passam a ser construídos. Portanto, a formação das funções psicológicas mais sofisticadas está estritamente relacionada às interações com o meio sociocultural em que se vive.

Para Vygotsky, a mediação é muito importante para a explicação do funcionamento psicológico. Essa mediação ocorre através de ferramentas auxiliares da atividade humana, podendo ser chamados de instrumentos e signos. Os instrumentos, tidos como físicos, são elementos externos aos indivíduos e possuem a função de regular as ações sobre os objetos do mundo material. Já os signos, tidos como instrumentos psicológicos, são orientados para o dentro do indivíduo, têm a função de regular as ações sobre o psiquismo das pessoas (Rego, 2021), mediando o pensamento e o processo social.

Em outras palavras, o pensamento humano desenvolve-se nas interações entre as pessoas e entre pessoas e objetos a partir de instrumentos/artefatos mediadores (Cenci; Damiani, 2018). Esse desenvolvimento está também vinculado à aprendizagem e à apropriação, mediada por signos, da cultura estabelecida na história humana. Contudo, antes da apropriação, Vygotsky traz a importância da internalização que se refere à transformação dos processos interpsicológicos que ocorrem, primeiramente, entre pessoas no nível social e em processos intrapsicológicos, que ocorrem de forma individual, internamente.

Para explicar melhor esse processo de internalização e da aprendizagem cognitiva, Vygotsky criou o conceito da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), em que consiste na distância entre o que a criança consegue fazer sozinha, nível de desenvolvimento real, do que ela precisa da mediação de outra pessoa para realizar, nível de desenvolvimento potencial.

É a ZDP responsável pelas funções que ainda não estão maduras, mas que com a elaboração de estratégias pedagógicas no processo de aprendizagem podem ser estimuladas, desenvolvidas e avançadas. Dessa forma, Vygotsky trouxe grandes contribuições para o contexto educacional por permitir uma maior compreensão dos processos cognitivos das funções superiores a partir da mediação, bem como da importância das interações socioculturais no desenvolvimento do homem como sujeito.

4.1.2 A segunda geração: Leontiev

A segunda geração surgiu a partir dos estudos realizados por Aleksei Nikolaievitch Leontiev, um dos principais teóricos da Psicologia Histórico-Cultural (Golder, 2004).

Tendo seus trabalhos embasados no materialismo histórico-dialético[6], dedicou-se aos estudos e na elaboração da Teoria da Atividade propriamente dita. Para Leontiev, da mesma forma que o trabalho, tido como atividade humana, tornou-se a base para estudos da sociedade e das relações sociais entre os homens, "a atividade humana deve ser também a base para estudo e investigação do desenvolvimento do psíquico humano" (Santos; Asbahr, 2020, p. 3).

É a atividade que orienta o sujeito no mundo objetivo:

> A atividade é uma unidade molecular, não unidade aditiva da vida do sujeito corporal, material. Em um sentido mais estrito, quer dizer, a nível psicológico, é a unidade da vida mediada pelo reflexo psicológico, cuja função real consiste em que orienta ao sujeito no mundo objetivo. Em outras palavras, a atividade não é uma reação nem um conjunto de reações, mas um sistema que tem estrutura, suas transformações internas, seu desenvolvimento (Leontiev, 1978, p. 66-67, tradução nossa).

Nesse sentido, podemos considerar que a concretização da relação objetiva/subjetiva estabelecida entre o homem e o mundo se dá através da mediação da atividade. Essa relação objetiva/subjetiva ocorre quando há apropriação de objetivações produzidas historicamente pelo homem - temos a transição da realidade objetiva em subjetiva, objetivando novos elementos culturais para apropriações futuras - transição da realidade subjetiva para objetiva (Santos; Asbahr, 2020).

Nem todo processo constitui uma atividade. De acordo com a Teoria da Atividade, faz-se necessário considerarmos o motivo. Segundo Leontiev (2017, p. 68), "por atividade, designamos os processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar a atividade, isto é, o motivo". Sem motivo não há atividade. O motivo constitui-se da relação entre uma necessidade humana e um objeto material ou ideal correspondente, ou seja, é o motivo quem instiga o indivíduo a agir diante de uma necessidade real, gerando plano de ação para satisfazê-la.

Além de ser estimulada por um motivo, para realizar uma atividade, precisa-se de uma ação. A ação, por sua vez, constitui-se a partir do momento em que há o entendimento do motivo geral da atividade em questão.

---

[6] O materialismo histórico-dialético à luz de Karl Marx sob a reinterpretação da dialética de Hegel.

Como as atividades humanas em grande parte são atividades complexas, várias ações são conectadas entre si onde o motivo não coincide com o seu objetivo. Para realizar as ações, faz-se necessário o uso de operações. Cada operação

> [...] é o conteúdo indispensável de toda a ação, mas não se identifica com a ação. Uma só e mesma ação pode realizar-se por meio de operações diferentes, e, inversamente, ações diferentes podem ser realizadas pelas mesmas operações. Isso explica-se pelo fato de que enquanto uma ação é determinada pelo seu fim, uma operação depende das condições em que é dado este fim (Leontiev, 1978, p. 303-304).

Para exemplificar melhor o que que diferencia ação e operação, Leontiev (1978) traz uma situação quando uma pessoa necessita memorizar um poema. A ação seria o memorizar e as operações seriam as diferentes formas a depender das condições em que a ação é realizada. Se a pessoa está caminhando na rua, ela pode repetir o poema diversas vezes mentalmente ou se está em casa pode escrever várias vezes o mesmo texto. Uma mesma ação pode ter várias operações diferentes a depender das condições em que serão realizadas.

Para uma ação consciente concretizar-se necessita de uma série de operações que, anteriormente, já foram ações. Eidt e Duarte (2007) citam como exemplo o ato da escrita.

> Podemos dizer que no início da apropriação da linguagem escrita, a atividade da criança consistia em uma soma de ações não automatizadas, ou seja, exigindo a constante mediação da consciência para a reprodução de cada uma das letras. Mediante a prática, o treinamento, elas se converteram em operações, tornando-se automatizadas, e dispensando, portanto, essa constante mediação da consciência (Eidt; Duarte, 2007, p. 60).

Ao que se refere à atividade de ensino, é importante ser consideradas as discussões sobre a constituição das operações mentais. Um segundo exemplo para representar essa dinâmica em que ação e operação se desenvolvem e se complexificam de forma mútua, Leontiev (2010) coloca a operação matemática soma como ação e operação mentais:

> A soma, por exemplo, pode ser tanto uma ação como uma operação. A criança domina-a como uma operação precisa; os meios com os quais ela (a operação) começará a contagem de um em um. Porém, mais tarde são-lhe dados problemas cujas condições exigem que números sejam acrescentados (para ela descobrir isto e aquilo será necessário acrescentar este e aquele número). A ação mental da criança deve tornar-se então a solução de um problema e não uma simples soma; a soma torna-se operação e deve, por isso, adquirir a forma de hábito automático adequadamente desenvolvido (Leontiev, 2010, p. 76).

Os elementos que compõem a atividade não são estáticos, mas flexíveis, podendo adquirir diferentes funções. À medida em que o objetivo deixa de coincidir com o motivo, uma atividade torna-se uma ação e vice-versa. Daniels (2002) faz uma representação da estrutura da atividade de forma hierárquica para melhor compreensão (Figura 4).

Figura 4 - Estrutura hierárquica da atividade segundo Leontiev.

Fonte: Daniels (2002).

A atividade é instigada por um motivo relacionado ao objeto que, de maneira individual ou grupal, a ação é impulsionada pelas metas e as operações automatizadas são realizadas a depender das condições e ferramentas culturais. Nesse sentido, o desenvolvimento do psíquico humano, de acordo com os estudos de Leontiev (2017), ocorre na própria vida, dentro dos processos reais, condições reais de vida, sendo orientado e dirigido pela atividade do sujeito e nas relações sociais de que participa.

4.1.3 A terceira geração: Engeström

Yrjö Engeström, pesquisador finlandês, responsável pela divulgação das ideias de Vygotsky (1978) e de Leontiev (1978) e, baseando-se nelas, desenvolveu a Teoria da Aprendizagem Expansiva, um sistema de atividades que busca representar os relacionamentos básicos presentes num sistema de mediação da atividade humana. De acordo com Engeström (1987), a atividade se desenvolve por meio de processos de mediação cultural, envolvendo instrumentos/artefatos mediadores (ferramentas), sujeito, objeto, regras, comunidade, divisão de trabalho e resultado, componentes presentes em toda atividade coletiva.

Enquanto para Vygotsky a principal unidade de análise é focada no indivíduo, em que a relação entre o sujeito e o objeto ocorre através de artefatos mediadores,

nesse novo modelo há uma ampliação a partir do momento em que são considerados os mediadores sociais organizacionais (Figura 5).

Figura 5 - O modelo de sistema de atividade.

Fonte: Engeström (1987, p. 78).

Para o autor, só é possível compreender as ações individuais se houver o entendimento de que o objeto da atividade se relaciona constantemente com o sujeito, objeto e instrumentos, bem como os mediadores sociais. Na parte superior do modelo, encontra-se a representação inicial de Vygotsky. Os componentes que se encontram na base do triângulo, conforme o entendimento de Engeström (2002a), já estavam presentes em Leontiev, porém não haviam sido esquematizados por ele.

Buscando esclarecer os componentes presentes na Figura 6, sujeito está relacionado ao indivíduo ou grupo em que a posição e o ponto de vista são elencados como análise. O objeto está relacionado à problemática ou mesmo à matéria-prima em que a atividade está dirigida e é transformado em Resultados com o auxílio dos artefatos mediadores que medeiam as ações. Em ralação aos componentes Comunidade, Divisão de Trabalho e Regras, Engeström (2002b, p.183) apresenta as definições:

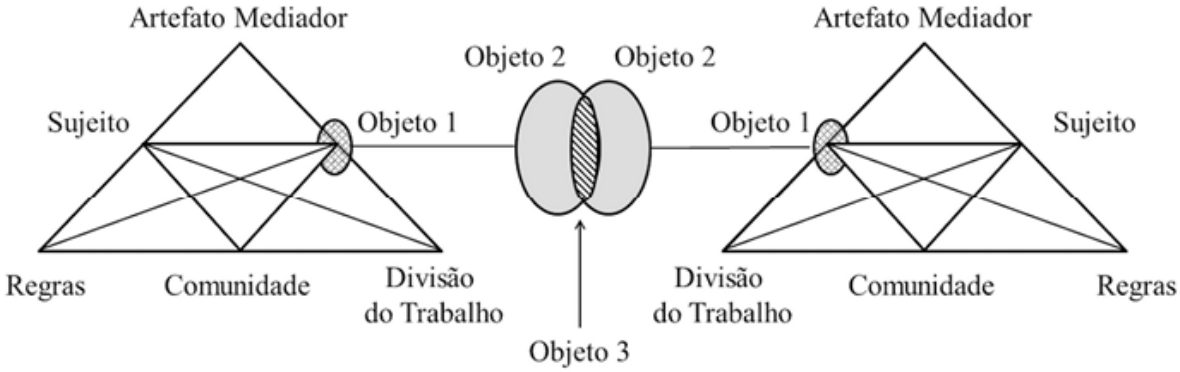
> *Comunidade* se refere àqueles que compartilham o mesmo objeto de atividade. Na aprendizagem escolar tradicional, é tipicamente uma sala de aula. *Divisão do trabalho* se refere à divisão das funções e tarefas entre membros da comunidade. Na aprendizagem tradicional, a principal divisão é entre o professor e os alunos, enquanto há pouca divisão de trabalho entre os alunos. As *regras* se referem às normas e padrões que regulam a atividade. Na aprendizagem escolar tradicional, as regras mais importantes são as que sancionam o comportamento e regulam a avaliação (Engeström, 2002b, p.183, grifo do autor).

Como a comunidade é constituída de sujeitos que possuem múltiplos pontos de vista, interesses e tradições, um sistema de atividade, segundo o autor, possui

vozes múltiplas. Nessa perspectiva, ao mesmo tempo em que as vozes múltiplas podem ser fonte de problemas como também podem ser fonte de inovação, ações e negociação.

Nesse processo o sujeito expande o objeto da atividade a partir da criação de novas ferramentas e na interação entre dois ou mais sistemas de atividades. Essas interações representam a terceira geração da Teoria da Atividade (Figura 6).

Figura 6 - Modelo mínimo da terceira geração da Teoria da Atividade.



Fonte: Engeström (2002b, p. 38).

Nesse novo modelo, o objeto é considerado inicialmente desprovido de sentidos, movendo-se em direção a tornar-se um objeto com significado, refletido e dotado de sentidos, construído de forma coletiva pelo sistema de atividades e partilhado. Nessa perspectiva, o objeto de uma atividade é considerado algo em constante movimento.

Esse movimento tem um papel importante na atividade considerando o sistema de atividade, pois apresenta como principal elemento as contradições que são entendidas como conflitos ou problemas que surgem durante o processo de desenvolvimento de uma atividade. Essas contradições são vistas como fonte de mudanças e desenvolvimento, propulsoras em direção de novas descobertas e, no processo de ensino e aprendizagem, são essenciais para a apropriação do objeto pelos estudantes.

De acordo com Engeström e Sanino (2011), as contradições apresentam-se como manifestações chamadas de dilemas, conflitos, conflitos críticos e duplo vínculos. Os dilemas “são tradicionalmente estudados na psicologia social como meios para compreender processos de tomada de decisão, raciocínio moral,

representações sociais e ideologias. Os dilemas caracterizam nosso pensamento e conduta cotidianos". Já os conflitos são caracterizados pelos desacordos, resistências, discussões e críticas. Os conflitos críticos ocorrem quando as pessoas enfrentam guerras internas e os duplos vínculos são caracterizados como processos as pessoas, de forma repetida, atividades consideradas sem saída,

Para uma maior compreensão das características das manifestações das contradições, Engeström e Sanino (IBID) apontam algumas variações linguísticas como auxílio para identificação de tais manifestações (Quadro 14).

Quadro 14 – Manifestações discursivas das contradições e pistas linguísticas.

Manifestação	Características	Pistas linguísticas
Dilema	Expressão ou troca de avaliações incompatíveis.	"Por um lado [...] por outro lado"; "sim, mas"; "eu não quis dizer isso"; "eu quis dizer [...]".
Conflito	Argumentando, criticando	"Não"; "discordo"; "isso não é verdade"; "sim"; "isso eu posso aceitar
Conflito crítico	Enfrentando motivos contraditórios na interação social, sentindo-se violado ou culpado.	"Vamos fazer isso"; "vamos conseguir". Relatos pessoais, emocionais, morais, estrutura narrativa, metáforas vívidas. "Agora percebo que [...]"
Vínculo duplo	Enfrentando alternativas urgentes e igualmente inaceitáveis num sistema de atividade	"Nós", "devemos", "temos que [...]". Questões retóricas urgentes, expressões de desamparo.

Fonte: Adaptado de Engeström e Sannino (2011, p. 375).

As contradições internas presentes em um sistema de atividade humana são discutidas em quatro níveis por Engeström (1987), como pode ser observado no Quadro 14 proposto por Sales (2022).

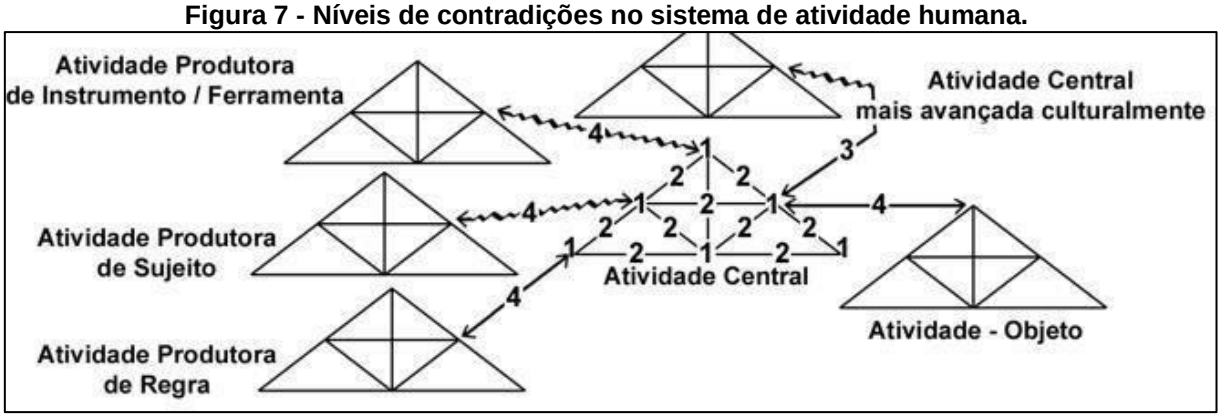
Quadro 15 - Contradições internas do sistema de atividade humana.

Nível	Descrição
1	Contradição interna primária (dupla natureza) dentro de cada componente constituinte da atividade central.
2	Contradições secundárias entre os constituintes da atividade central
3	Contradição terciária entre o objeto/motivo da forma dominante da atividade central e o objeto/motivo de uma forma culturalmente mais avançada da atividade central
4	Contradições quaternárias entre a atividade central e suas atividades vizinhas.

Fonte: Sales (2022).

Engeström (1987) propõe um esquema (Figura 7) e mostra os quatros níveis de contradições que podem ocorrer dentro de um sistema de atividades.

Figura 7 - Níveis de contradições no sistema de atividade humana.



Fonte: Engeström, 1987.

De uma forma bem detalhada, Quevedo (2005), em sua pesquisa, descreve cada nível de contradição que podem ser encontradas e que representam a possibilidade de presença de elementos que não são familiares, mas que são necessários para indicar qual o tipo de desenvolvimentos que está dentro do sistema de atividade que foi proposto.

A contradição primária, indicada pelo número 1 na Figura 8, é encontrada nos vértices do triângulo, ou seja, na ferramenta, no objeto, na divisão de trabalho, na comunidade, nas regras e nos sujeitos e está relacionada ao valor de uso e ao valor de troca. A contradição secundária indicada pelo número 2 na Figura 7, encontra-se entre os vértices do triângulo, ou seja, entre sujeito e ferramentas, ferramentas e objeto, sujeito e objeto, sujeito e regras, sujeito e divisão de trabalho, sujeito e comunidade, regras e comunidade, comunidade e divisão de trabalho e comunidade e objeto. A contradição terciária, indicada pelo número 3, está presente quando objetos e motivos mais avançados culturalmente são introduzidos na atividade central. Já a contradição quaternária (4), está presente quando há interação entre a atividade central e atividades circunvizinhas. Tais contradições contribuem na mudança do objeto da atividade e a relação desenvolvida com os fatores mediadores, dando origem ao ciclo de aprendizagem expansiva.

A Teoria da Atividade, segundo Engeström (2001), pode ser resumida a partir de cinco princípios. O primeiro princípio está relacionado a um sistema de atividade **coletivo em que é mediado a partir de artefatos e orientado a objetos** e que em suas relações de rede para sistemas de outra atividade vão gerar ações e

operações. O segundo princípio está relacionado a **múltiplas vozes** presentes no sistema de atividades, uma vez que a comunidade é composta por sujeitos com múltiplos pontos de vista, tradições e interesses.

> A divisão do trabalho em uma atividade cria posições diferentes para os participantes, pois estes possuem suas próprias histórias, e o sistema de atividade em si carrega múltiplas camadas e vertentes de história gravada em seus artefatos, regras e convenções. A multi-vocalidade é multiplicada em redes de interação do sistema de atividades. É uma fonte de problemas e uma fonte de inovação, exigindo ações de tradução e negociação (Engeström, 2001, p. 136, tradução nossa[7]).

O terceiro princípio está relacionado à **historicidade**. Os sistemas de atividades tomam forma e transformam-se durante um longo período de tempo, ou seja, os problemas e os potenciais relacionados ao objeto e aos sujeitos só poderão ser compreendidos considerando o contexto histórico-cultural em que estão inseridos.

O quarto princípio refere-se às **contradições** que apresentam como fontes de mudança e desenvolvimento, consideradas como sendo tensões estruturais historicamente acumuladas dentre e entre sistemas de atividade. Uma vez que atividades são sistemas abertos, ao adotar um novo elemento do exterior, pode conduzir ao agravamento de outra contradição, em que elementos antigos colidem com o novo. Embora estas contradições venham gerar certas perturbações e conflitos, podem gerar inovações visando a mudança da atividade.

O quinto princípio refere-se à **possibilidade de transformações expansivas** nos sistemas de atividades. Os sistemas de atividades movem-se em ciclos relativamente longos de transformação qualitativa e, considerando que as contradições presentes em um sistema são agravadas, os sujeitos participantes passam a realizar questionamentos e a desviar as normas já estabelecidas. Nesse sentido, “uma transformação expansiva é realizada quando o objeto e o motivo da atividade são reconceituados, envolvendo um horizonte mais amplo de possibilidades do que no modo anterior da atividade” (IBID).

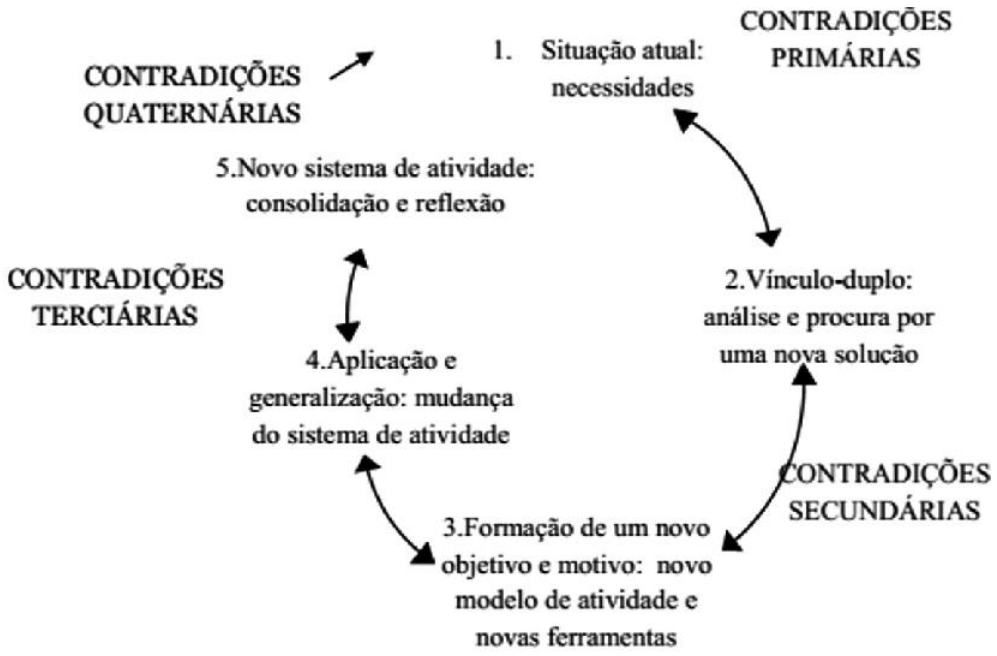
Buscando romper com a chamada encapsulação da aprendizagem escolar, Engeström (2002a) amplia o objeto de forma gradual e o contexto da aprendizagem expansiva, compreendendo e superando as contradições, podendo ser distúrbios, dilemas e conflitos, os quais são entendidos como tensões entre elementos de uma

---

[7] Yrjö Engeström (2001) Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization, Journal of Education and Work, 14:1, 133-156.

atividade. Nessa perspectiva, é proposto pelo autor o chamado Ciclo da Aprendizagem Expansiva (Figura 8) que “propõe a emergência de um objeto novo e mais expandido começa dentro de uma atividade já consolidada, que começa a presenciar problemas” (Querol, Cassandre, Bulgacov, 2014, p. 410).

Figura 8 - O Ciclo da Aprendizagem Expansiva.



Fonte: Engeström (1987, p. 322)

Outra informação que é um importante conceito sobre a Teoria da Atividade que precisa ser considerada é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) desenvolvida por Vygotsky (1978) que se refere às possibilidades de aprendizagens e desenvolvimento de um indivíduo a partir da mediação. Baseando-se nessas ideias, Engeström (1987) traz a zona de desenvolvimento proximal coletiva ao referir-se às possibilidades de aprendizagem expansiva no sistema de atividade, uma vez que é considerado que são as ações coletivas que produzem e contribuem para uma nova forma histórica daquela atividade (Querol, Cassandre, Bulgacov, 2014).

Na perspectiva de aprendizagem expansiva, o que deve ser aprendido pelo sujeito, indivíduo ou grupo, não é sabido/conhecido no início do processo, porém, à medida em que a aprendizagem se desenvolve, o conhecimento vai sendo produzido. Diferentemente como geralmente acontece, em que as habilidades e os conhecimentos a serem aprendidos são claros.

Diante da exposição das três gerações da Teoria da Atividade e suas principais características, apontaremos a aproximação com a atividade experimental sob a ótica de Leontiev ampliada por Engeström.

4.2 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

As atividades experimentais no ensino de química trazem diversas contribuições para a aprendizagem de conceitos químicos, como bem colocado no capítulo anterior.

Dentre os tipos de atividades experimentais abordadas no ensino por professores, ilustrativas ou demonstrativas, investigativas e problematizadoras, há questionamentos de que o uso de tal abordagem precisa colocar o estudante como centro da aprendizagem, não apenas vivenciando os conhecimentos científicos, mas inclusive de forma que esses conhecimentos possam possibilitar ao estudante uma formação em que ele possa refletir sobre situações reais e, assim, tendo-se apropriado de tal conhecimento, tenha condições de tomar decisões.

O uso de atividades experimentais também é tido como ferramenta motivadora no ensino pelo fato de chamar bastante atenção dos estudantes, principalmente se os experimentos envolverem a apresentação de algumas características que denotam a presença de reações químicas como mudanças de cores, formação de bolhas e até explosões. O ambiente do laboratório por ser diferente da sala de aula, as vidrarias e equipamentos presentes e a forma como os estudantes ficam dispostos nesse espaço, a certo modo, desperta a curiosidade, além de maior interação social.

Contudo, alguns autores (Silva; Machado; Tunes, 2011) levantam pontos importantes que precisam ser considerados em relação aos mitos que, ingenuamente, são defendidos quanto ao uso da experimentação no contexto do ensino. Um dos mitos apontados é justamente a motivação, a qual é colocada como intrínseca à atividade experimental. Outra questão é em relação à promoção da aprendizagem dos conceitos de forma incondicional quando os estudantes vivenciam a atividade experimental, embora apenas os aspectos macroscópicos sejam mais enfatizados do que os microscópicos.

A estruturação da atividade experimental para além dos aspectos procedimentais presentes no roteiro, ou seja, em conjunto com os aspectos

conceituais e atitudinais, pode auxiliar na superação dos mitos e na aprendizagem dos conceitos que se pretendem abordar por meio da experimentação. Nessa perspectiva, a Teoria da Atividade (TA) pode contribuir para a estruturação de atividades experimentais por trazer elementos importantes da atividade e da consciência.

De acordo com Leontiev (1975), uma atividade pode promover o engajamento de indivíduos que buscam satisfazer determinadas necessidades que, à medida que agem e adotam atitudes, transformam a realidade em que estão inseridos. Nesse processo, a atividade medeia a relação entre o sujeito e o objeto para além das reações individuais ou coletivas com o objeto.

A pesquisa realizada por Nuñez *et al*. (2021), traz pontos importantes ao abordarem a atividade experimental na perspectiva da TA:

> A atividade humana não pode ser examinada fora do sistema de contexto social, que envolve interações comunicativas entre sujeitos em diferentes esferas. Toda atividade humana engloba experiências socialmente elaboradas, como: explorar objetos e suas transformações pelo mundo; construção de significado para os objetos da cultura humana (materiais e simbólicos); produzir objetos a partir de diferentes tipos de conhecimento: científico, tecnológico e outros. Assim, as atividades experimentais devem ser consideradas para estabelecer relações entre situações vivenciadas pelos alunos que sejam relevantes para sua formação e conhecimento científico (Nuñez *et al*., p. 198-199, tradução nossa[8]).

Ao estruturar uma atividade experimental, Nuñez *et al*. (2021) inclui os seguintes elementos: motivo, objetivo, objeto, guia de orientação para a ação, um conjunto de operações e um produto, além de instrumentos ou ferramentas necessárias para realizar a atividade e as condições em que será realizada.

Na busca de caracterizar uma atividade experimental estruturada a partir da proposta da TA, elaboramos o Quadro 15.

Quadro 16 - Caracterização de uma atividade experimental sob os elementos da TA.

Elementos	Descrição	Caracterização
Motivo	Impulsiona a atividade	É o conteúdo a ser aprendido pelo estudante na atividade experimental que compreende um motivo no qual a

[8] Human activity cannot be examined outside the system of social context, which involves communicative interactions between subjects in different spheres. Every human activity encompasses experiences socially elaborated, such as: exploring objects and their transformations around the world; meaning making for the objects of human culture (material and symbolic); producing objects from different types of knowledge: scientific, technological, and others. Thus, experimental activities should be considered to establish relations between situations experienced by students that are relevant for their formation and scientific knowledge.

		necessidade cognitiva deve encontrar sua concretização objetiva
Objeto	Característica essencial da atividade. É o que constitui o motivo.	Refere-se ao conteúdo a ser aprendido pelo estudante.
Objetivo	Representação imaginária dos resultados possíveis pela realização de uma ação concreta. O significado se expressa na relação entre o objetivo e o motivo (Leontiev, 1975).	os objetivos de uma atividade experimental são definidos pelo aluno em relação ao problema que ele deve resolver na prática
Instrumentos/ Ferramentas	Medeiam a relação do sujeito com o objeto	Nas atividades experimentais, as ações são realizadas por meio de materiais e signos específicos (linguagem simbólica) que constituem instrumentos ou ferramentas necessárias para a realização da atividade.
Condições	Representam o conjunto de situações para o estudante realizar as atividades	Condições ambientais: bancos, mobilidade, iluminação, ventilação, condições de segurança e clima psicológico.
Produto da atividade	resultado obtido das transformações que ocorrem no objeto por meio de ações e operações, que podem ou não coincidir com o objetivo proposto	o produto é o conteúdo assimilado pelo aluno, que inclui conhecimentos conceituais, bem como habilidades práticas representativas da aprendizagem processual e atitudinal, que contribuem para o desenvolvimento do pensamento científico

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Nuñez *et al*. (2021).

Considerando a atividade experimental numa perspectiva de Sistemas de Atividade de acordo com Engeström (1987), além do contexto relacionado ao triângulo superior em que consiste na mediação entre o sujeito e o objeto, estará presente as regras estabelecidas para a realização da atividade experimental, a divisão de trabalho relacionado ao papel do professor e dos estudantes diante da atividade e a comunidade estabelecida pela presença dos estudantes e do professor.

A partir da caracterização apresentada para uma aproximação entre a TA e a abordagem CTS no ensino e a estruturação de uma atividade experimental que contemple os principais elementos da TA, no capítulo a seguir, apresentamos o caminho metodológico que orientou o desenvolvimento desta pesquisa, contemplando o detalhamento da sequência didática construída na perspectiva da Teoria da Atividade articulada à abordagem CTS para o ensino de Polímeros.

Com base na estruturação da atividade a partir da Teoria da Atividade, neste trabalho, buscamos avaliar como atividades propostas em uma sequência didática, considerando os seus elementos estruturantes, contribuíram para promover a

compreensão sobre polímeros, envolvendo aspectos científicos, tecnológicos e sociais. Para isso, forma propostas várias atividades e, entre elas, destacamos as atividades experimentais por considerar que é inegável a importância que ganham no ensino de Química, tendo o papel de aproximar a teoria da prática e vice-versa, os conceitos de situações e fenômenos concretos (menor abstração) e pode ser considerada como uma ferramenta motivadora no processo de aprendizagem por despertar o interesse dos estudantes e proporcionar o desenvolvimento de habilidades e estabelecimento de interações em sala de aula (Giordan, 1999; Laburú, 2006; Monteiro; Sales; Lima, 2013).

Ao longo do desenvolvimento do conhecimento, a experiência fez-se presente no entendimento dos fenômenos da natureza. A observação natural de forma empírica foi a principal mediadora entre o sujeito e os fenômenos para uma maior compreensão da natureza. Nessa observação, segundo o pensamento aristotélico, os sentidos elementares do ser humano orientam os pensamentos através de uma relação espontânea com o fenômeno particular (Giordan, 1999).

Embora já tenham se passados mais de 2300 anos e resguardando o contexto particular da época, é inegável as contribuições dos empiristas para o ensino de ciências no que tange a não dissociação entre a construção do conhecimento científico e uma abordagem experimental para a formação do pensamento e atitudes do sujeito (IBID).

Na consolidação das ciências naturais durante o século XVII, a experimentação teve sua parcela de contribuição à medida que as leis que eram formuladas tinham que passar por comprovações dentro de uma sequência lógica de hipóteses e validações consistentes, rompendo com as práticas vigentes que consistiam numa estreita relação da natureza e do homem com o divino. Assim, a experimentação passa a fazer parte de uma metodologia científica na consolidação do conhecimento científico, trazendo a racionalização dos procedimentos a partir das formas de pensar pautadas na indução e dedução (Silva, 2016).

O processo indutivo, muito defendido por Francis Bacon (1989) consiste em formular enunciados gerais a partir de inúmeras observações e coleta de dados de fenômenos particulares, podendo, assim, esses enunciados assumirem força de leis ou teorias. Uma aplicação simples desse método dentro do contexto do ensino é o desenvolvimento de uma atividade experimental para que os estudantes possam realizar medições das temperaturas de ebulição da água. Considerando que o

experimento seja realizado pelos estudantes numa cidade ao nível do mar, tendo diversas repetições de registros da temperatura de ebulição da água em 100 ºC, indutivamente os estudantes poderão concluir que de fato a temperatura de ebulição da água é 100 ºC pela constatação de inúmeras evidências.

Já o processo dedutivo, proposto por René Descartes, seria o caminho distinto. No lugar de inúmeras evidências experimentais dar origem a enunciados gerais, Descartes defende que, para fazer ciência, seria a partir do enunciado geral que os experimentos deveriam ser realizados. Ou seja, partindo de que a temperatura de ebulição de um líquido ou solução é influenciada pela pressão ambiente e tomando como fato de que a temperatura de ebulição da água ao nível do mar é 100 ºC e numa cidade em maior altitude seja 97 ºC, isso dá margem para formulação de hipóteses. Por exemplo, a temperatura de ebulição da água numa panela de pressão (sistema semiaberto) seja maior que 100 ºC, uma vez que o enunciado vincula a variação da temperatura com a pressão ambiente.

Percebe-se que no método dedutivo, a experimentação assume o papel de comprovação do enunciado geral, mas que favorece a formulação de hipóteses para situações diferentes, dependendo de como a atividade é organizada e estruturada pelo professor.

Epistemologicamente, Cachapuz *et al*. (2005) apontam que, em geral, a experimentação pode ser desenvolvida de forma empirista e racionalista e que, a depender da visão adotada, trazem implicações diferentes dentro do contexto de sala de aula. De acordo com os autores, na perspectiva empirista, a experimentação científica é trabalhada, na maioria das vezes, visando a manipulação de variáveis na intenção de deduzir as teorias a partir da reprodução delas mesmas, importando apenas a obtenção dos resultados que já são esperados, independentemente do processo. Não há uma análise nem reflexão no significado da experiência.

Na perspectiva racionalista, ainda de acordo com o autor supracitado, a experimentação científica é direcionada por uma hipótese que interroga e problematiza inclusive até outras hipóteses. Há um diálogo entre o idealizado e o realizado, bem como um confronto entre hipóteses, teorias e a experimentação. Nessa visão,

> A experiência enquadra-se num método pouco estruturado, que comporta uma diversidade de caminhos, ajustando-se ao contexto e à própria situação investigativa. Os seus resultados são lidos como elementos

> (possíveis) de construção de modelos interpretativos do mundo e não cópias (e muito menos fiéis) do real (IBID, p. 98).

As propostas de atividades relacionadas ao ensino e à aprendizagem precisam valorizar o papel do estudante durante o processo, dando possibilidades de ele ser confrontado com o erro para que, assim, possa retificá-lo. Percebe-se que a experimentação vai além do aspecto motivacional para as aulas de Química, em que os estudantes associam a um show de explosões e cores, o que reforça o estereótipo do cientista que explode materiais e faz bombas, uma visão neutra sobre a ciência, ignorando os diversos contextos tecnológicos, sociais e culturais que contribuíram para a construção e produção da ciência.

E nesse sentido, a experiência vivenciada torna-se com o foco apenas no fazer, sem haver uma compreensão por partes dos estudantes do porquê e para quê que estão fazendo tal atividade. Silva, Machado e Tunes (2011), ressaltam a importância de conhecer a história e o contexto que alguns conceitos foram propostos e o que buscavam explicar, não se restringindo a curiosidades da vida dos cientistas.

Apresentando as pesquisas de Tamir (1977), Cachapuz *et al*. (2005) mencionam que há uma distinção do trabalho experimental, o de verificação e o investigativo. Enquanto o primeiro é conduzido através da demonstração, seguindo um passo a passo como uma receita, o segundo contempla algumas características:

> i) deve ser um meio para explorar as ideias dos alunos e desenvolver a sua compreensão conceitual; ii) deve ser sustentado por uma base teórica prévia informadora e orientadora da análise dos resultados; iii) deve ser delineada pelos alunos para possibilitar um maior controle sobre a sua própria aprendizagem, sobre as suas dificuldades e de refletir sobre o porquê delas, para as ultrapassar (Cachapuz *et al*., 2005, p. 101).

Considerando o papel da experimentação no ensino de ciências, segundo Silva, Machado e Tunes (2011, p. 235), “a experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias”. Contudo, ao considerando os mitos sobre a atividade experimental que comumente não são percebidos (Quadro 16), a aprendizagem pode ocorrer de forma superficial.

Quadro 17 - Mitos sobre a atividade experimental.

Mitos	Implicações
1. A atividade experimental ser intrinsecamente motivadora.	Estudos revelam que a realização de atividades que se resumem a seguir roteiros de aulas

	experimentais pré-formatados, que objetiva resultados bem definidos, acabam por transformar a motivação inicial apresentada pelos alunos em desinteresse.
2. A promoção incondicional da aprendizagem por meio da experimentação.	Tem-se observado que a aprendizagem é pouco efetiva quando o foco da atividade experimental se centraliza somente nos aspectos macroscópicos, dando-se pouca ou nenhuma atenção à discussão dos aspectos microscópicos relacionados.
3. A realização de experimentos que se limitam à apresentação de fenômenos impactantes, tais como explosões, liberação de gases coloridos ou cheiros característicos, resulta em maior interesse em aprender.	O efeito impactante, que certos fenômenos exercem sobre os estudantes, adquire uma dimensão maior, que acaba por se traduzir em obstáculos, reduzindo o interesse dos jovens pela aprendizagem dos aspectos microscópicos relacionados.
4. Os alunos declaram gostar de ir para o laboratório ou de realizar qualquer atividade experimental.	Estudos realizados mostram que o interesse dos jovens em se deslocar para o laboratório deve-se ao fato de ser esse um espaço que permite maior movimentação, contrapondo-se à rigidez da sala de aula, bem como proporciona maior interação social entre eles.
5. A existência de metodologia criativa e/ou dinâmica nas aulas experimentais, diferente das teóricas, estimula mais o aprendizado.	Essa crença resulta da falta de clareza do papel da experimentação no ensino de Ciências, que conduz a uma classificação equivocada das atividades experimentais como atividades práticas e das atividades em sala de aula como teóricas, contribuindo também para a disjunção teoria-experimento.
6. A realização de experiências no ensino básico permite o desenvolvimento de atitudes científicas.	Esta concepção de experimentação no ensino pressupõe a possibilidade de desenvolver nos alunos a ideia da existência de um único método geral, infalível e aplicável a qualquer campo da ciência, dando uma grande ênfase ao conhecimento procedimental e valorizando sobremaneira as habilidades de observar, fazer registros e elaborar relatórios.
7. A experimentação mostra empiricamente como as teorias funcionam.	Essa crença é talvez a de maior ocorrência no meio educacional, podendo criar nos alunos a ideia que as teorias foram elaboradas por mentes brilhantes, com base na intuição e independente dos fenômenos que visam a entender e explicar.

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Silva, Machado e Tunes (2011, p. 242 – 244).

Percebemos o quanto a atividade experimental precisa ser bem elaborada para a superação dos mitos e crenças apresentados. Contudo, entendemos que o professor também precisa ter clareza do real papel da experimentação no ensino de ciências. Ainda, de acordo com os autores, faz-se necessário pensar a atividade experimental de forma mais ampliada, não se restringindo a apenas ao laboratório, mas considerando a sala de aula, jardim, cantina, cozinha da escola, praças, estabelecimentos comerciais, dentre outros, pelo fato de serem do cotidiano do estudante.

Na literatura é possível encontrar várias perspectivas de atividades experimentais. Segundo Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais são classificadas em três tipos: atividades experimentais de demonstração, de verificação e de investigação. As atividades experimentais de demonstração são aquelas em que os estudantes apenas fazem a observação dos fenômenos enquanto o professor realiza o experimento. Nesta perspectiva o professor é o agente executor do desenvolvimento do experimento (Oliveira, 2010). As atividades de verificação são aquelas em que o objetivo central é a verificação ou confirmação de leis e teorias e os estudantes passar a ter um papel um pouco mais ativo, realizando o experimento enquanto o professor faz a mediação durante a atividade (Nascimento; Uibson, 2021). Já a atividade experimental investigativa , de acordo com Araújo e Abid (2003), o professor torna-se o mediador ou facilitador, enquanto o estudante participa de todas as etapas de forma ativa, interpretando e apresentando possíveis soluções para os problemas propostos durante a atividade.

Os autores Francisco Júnior, Ferreira e Hartwing (2008) apresentam duas perspectivas de atividades experimentais, as ilustrativas e as problematizadoras. As atividades experimentais ditas ilustrativas são tidas como as mais fáceis de ser trabalhadas por serem empregadas na demonstração de conceitos que foram apresentados em aulas anteriores, sem muita problematização nem discussão dos resultados. Esse tipo de atividade assemelha-se muito com as experimentações empiristas.

Já a experimentação problematizadora tem suas raízes fincadas na Pedagogia Problematizadora de Paulo Freire, tendo como proposta ir além da experimentação investigativa (IBID). Nessa perspectiva, a educação freireana busca superar a educação bancária que é caracterizada pela transmissão do conhecimento de forma acrítica e apolítica. A partir desse entendimento e inserindo no contexto da experimentação, o professor precisa promover a formação do espírito crítico dos estudantes, despertando a curiosidade e a não aceitar simplesmente a transmissão do conhecimento. A condução da experimentação problematizadora também se baseia nos três momentos pedagógicos de Delizoicov (2005), a problematização inicial, organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento.

No primeiro momento o professor deve apresentar situações reais que fazem parte da vivência dos estudantes e que tenham relação com os temas a serem discutidos. Para que os estudantes tenham condições de interpretar as situações

propostas, precisa ser realizada a introdução dos conhecimentos teóricos. Esses conhecimentos, em seguida, são problematizados a partir de questionamentos. O papel do professor é de mediar e organizar as discussões dos estudantes, promovendo uma reflexão sobre “explicações contraditórias e possíveis limitações do conhecimento por eles expressado” em comparação com o conhecimento científico (Francisco Júnior; Ferreira; Hartwig, 2008, p. 35). O segundo momento é destinado aos estudos dos conhecimentos necessários de forma sistematizada para compreender as situações iniciais, com uso de recursos que de fato tenham o papel formativo. No terceiro momento os estudantes utilizam o conhecimento estudado para o processo de análise e interpretação das situações iniciais que foram propostas. A experimentação problematizadora deve fazer parte de pelo menos um dos momentos citados, pois

> A atividade experimental problematizadora deve propiciar aos estudantes a possibilidade de realizar, registrar, discutir com os colegas, refletir, levantar hipóteses, avaliar as hipóteses e explicações, discutir com o professor todas as etapas do experimento. Essa atividade deve ser sistematizada e rigorosa desde a sua gênese, despertando nos alunos um pensamento reflexivo, crítico, fazendo os estudantes sujeitos da própria aprendizagem (IBID, p. 36).

Segundo Silva, Machado e Tunes (2011), as atividades experimentais podem ser desenvolvidas como demonstrativas-investigativas, experiências investigativas, simulações em computadores, vídeos e filmes, horta na escola e visitas planejadas.

As atividades experimentais demonstrativas-investigativas, de acordo com os autores supracitados, são aquelas desenvolvidas pelo professor durante as aulas, apresentando fenômenos simples, podendo introduzir aspectos teóricos que auxiliem na compreensão do que está sendo observado. Recomenda-se que para esta atividade seja realizada na perspectiva de experiência aberta, em que os estudantes conseguem relacionar a teoria com os fenômenos observados, a partir da orientação do professor, não tendo a necessidade de obter os resultados quantitativos presentes nos materiais didáticos. Para a condução desta atividade, inicia-se com uma pergunta que possa despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes. Em seguida, o professor precisa diferenciar os níveis do conhecimento químico, “a observação macroscópica, a interpretação microscópica e a expressão representacional” (IBID, p. 251). O primeiro nível está relacionado a visualização do experimento. O segundo nível tem a ver com o estudo das teorias científicas relacionadas ao fenômeno. E a terceira está relacionada à representação do

fenômeno em questão por parte dos estudantes, fazendo o uso da linguagem química, física ou matemática, ou seja, com a utilização de códigos, fórmulas, equações, gráficos etc.

As atividades experimentais investigativas priorizam solucionar uma questão que deve ser respondida através de experiências. Para isso, de acordo com os autores supracitados, faz-se necessário o uso de laboratórios. Para a realização desta atividade, podem envolver algumas etapas, tais como a elaboração de um problema, seguir identificando e explorando as ideias dos estudantes, elaborando possíveis planos de ação, realizar o experimento conforme o planejado, realizar a análise de dados e responder à pergunta inicial. Como recomendação, os experimentos precisam ser simples e de fácil execução para que não sejam necessárias etapas longas nem a exigência de uso de equipamentos complexos que inviabilizem a realização da atividade (IBID).

As simulações computacionais podem ser utilizadas em substituição a experiencias de alto custo e que apresente periculosidade e toxicidade com o objetivo de evitar exposição dos estudantes, tendo a possibilidade de explorar conceitos a partir das simulações. Para o desenvolvimento dessas atividades, pode-se realizar o planejamento de forma semelhante às atividades experimentais investigativas.

Os vídeos e filmes para os autores são considerados como atividades experimentais por permitir uma abordagem contextualizada e, ao mesmo tempo, interdisciplinar de um contexto real, possibilitando que os estudantes façam observações de fenômenos que necessitam de tempo longo para ocorrer, como os relacionados a alterações no meio ambiente. Tal atividade requer planejamento e orientações como interrupções planejadas, destaques dos aspectos importantes que os estudantes devem registrar e discussões.

Para os autores, a horta na escola torna-se uma atividade experimental por possibilitar o tratamento de problemas reais, a abordagem da relação teoria-experimento e forma contextualizada, reprodução de situações reais e a aprendizagem de vários conteúdos inter-relacionados.

As visitas planejadas a empresas, consideradas como outras perspectivas de atividades experimentais pelos referidos autores por permitir “o levantamento da aplicação do conhecimento, criando a oportunidade de explorar e aprofundar o conteúdo químico e desenvolver o senso crítico dos alunos” (IBID, p. 256), sendo

necessário o devido planejamento para orientar as atividades que os estudantes farão durante a visita, como as observações e escrita de relatórios em grupos.

Dentre as atividades experimentais apresentadas anteriormente e na busca de superar uma atividade experimental ingênua, que apenas busca representar ilustrativamente um conceito, sem nenhuma discussão e/ou aprofundamento do conhecimento científico e considerando os objetivos desta pesquisa, optamos pela perspectiva mais ampliada de atividades experimentais defendida por Silva, Machado e Tunes (2011). Ressaltamos a importância de conhecer os mitos e as crenças que são equivocadamente disseminadas em relação às atividades experimentais nas aulas, além das concepções epistemológicas que sustentam a experimentação para que de fato, essas atividades exerçam seu papel dentro do contexto da aprendizagem.

Diante do exposto, faz-se necessário que as atividades experimentais sejam estruturadas para além dos conteúdos procedimentais, considerando os aspectos conceituais e atitudinais, de forma que os estudantes sejam motivados e estejam engajados durante o processo de aprendizagem de conceitos científicos e tecnológicos. Uma possibilidade é o desenvolvimento dessas atividades sob uma perspectiva histórico-cultural da aprendizagem.

5 DESENHO METODOLÓGICO

Neste capítulo apresentaremos o desenho metodológico para o desenvolvimento desta pesquisa com o intuito de responder a seguinte questão de pesquisa Como um sistema de atividades pode contribuir para a aprendizagem de aspectos científicos, tecnológicos e sociais relacionados com o estudo sobre polímeros a partir da articulação entre Teoria da Atividade e abordagem CTS?

Para isso, escolhemos a abordagem qualitativa, uma vez que o objetivo geral deste trabalho foi analisar contribuições da estruturação de atividades em um sistema para a aprendizagem sobre polímeros, considerando as inter-relações com a tecnologia e questões sociais, a partir da articulação entre Teoria da Atividade e Abordagem CTS. De acordo com Oliveira (2008), a abordagem qualitativa busca explicar o significado e as características do resultado obtido de forma aprofundada, visando um estudo detalhado de um fato, objeto, grupo de pessoas ou um único ator social ou até mesmo um fenômeno.

Este estudo também se caracteriza como uma pesquisa descritiva e interpretativa, uma vez que realizamos a descrição e interpretação dos dados obtidos a partir das interações entre os sujeitos participantes nas atividades propostas. Este trabalho se configura como pesquisa participante, uma vez que a pesquisadora foi a professora responsável em desenvolver todas as ações com os sujeitos. De acordo com Faermam (2014), a pesquisa participante

> [...] não se coaduna com as determinações de cientificidade fixadas pelo positivismo, pois ancorada na abordagem qualitativa, direciona-se para a realidade social dos sujeitos, suas experiências, sua cultura e seus modos de vida. Logo, prevê uma aproximação horizontal entre sujeito e objeto, tendo em vista que ambos são da mesma natureza. Nesse caso, a produção do conhecimento na pesquisa participante não se faz de modo isolado do sujeito, mas em presença e implica num compromisso efetivo com suas vivencias e necessidades sociais cotidianas (Faerman, 2014, p.44).

Para Demo (2008), a pesquisa participante caminha para a superação do distanciamento entre o pesquisador e os participantes da pesquisa, rompendo com o tradicionalismo das pesquisas científicas

5.1 O CONTEXTO E OS SUJEITOS

Esta investigação foi realizada numa escola pública da rede estadual de Pernambuco, localizada no município de Vitória de Santo Antão.

O município de Vitória de Santo Antão faz parte da Mata Sul do Estado de Pernambuco e nos últimos anos vem crescendo no setor industrial com a instalação de empresas e indústrias nas diversas áreas de segmento (Silva, 2016). Além disso, o munícipio se destaca na área do cultivo de frutas, verduras e hortaliças nos Distritos de Natuba e Pirituba, abastecendo as cidades circunvizinhas e inclusive a região metropolitana do Recife (IBID).

A escola oferta dois cursos técnicos, Desenvolvimento de Sistemas e Logística, ambos na modalidade de ensino médio integrado e subsequente, além de 9 cursos técnicos na modalidade de Educação à Distância (EaD) em Biblioteca, Multimeios, Recursos Humanos, Administração, Desenvolvimento de Sistemas, Design de Interiores, Segurança do Trabalho e Design Gráfico. A escola também possui vários projetos de extensão tecnológica e estudantes medalhistas em olimpíadas de Astronomia e Química nos últimos anos.

Para uma maior compreensão sobre o contexto das aulas de Química no novo ensino médio, faz necessário um breve resgate da distribuição da carga horária deste componente nos últimos dez anos.

Em 2012, conforme a instrução normativa nº 01/2012 referente à Matriz Curricular de Referência do Ensino Médio Integral, distribuía 3 aulas de Química por semana para as três séries do ensino médio e 1 hora-aula semanal destinada à prática em laboratório. Dentro da grade de horário do professor e juntamente com o planejamento, os estudantes tinham a oportunidade de vivenciar semanalmente aulas teóricas e experimentais.

A escola de referência em ensino médio integral, campo desta pesquisa, em 5 de dezembro de 2017 tornou-se escola técnica de ensino médio integrado e, em 2018 houve uma reestruturação da matriz curricular para as primeiras turmas do 1º ano e de forma gradual nas demais séries com a inclusão das disciplinas da base técnica para os cursos de Logística e Desenvolvimento de Sistemas. Para o componente curricular Química permaneceu as três aulas semanais para as três séries do ensino médio, porém, sendo 1 hora-aula destinada à realização de experimentos a depender do planejamento, sem vir de forma explícita na grade de horário do professor.

Desde a transformação completa para o ensino técnico, a escola passou a ter doze turmas ao todo, sendo seis turmas para cada curso técnico integrado. Para o

ano letivo de 2024, a distribuição dos estudantes por turma e curso está presente no Quadro 17.

Quadro 18 - Distribuição dos estudantes por turma em cada curso.

Cursos	Desenvolvimento de Sistemas		Logística	
	Turma A	Turma B	Turma A	Turma B
1º ano	45	45	45	45
2º ano	40	39	41	38
3º ano	40	40	40	39

Fonte: Sistema de informação da educação de Pernambuco, 2024.

Em relação ao ensino médio técnico integrado com a chegada do Novo Ensino Médio, a referida escola está em processo de transição nas ofertas. As turmas de 1º ano iniciaram o ano letivo de 2022 com o novo currículo e no ano letivo de 2023 finalizarão as turmas de 3º ano do currículo anterior.

De acordo com a Errata da Portaria Nº 331/2021 que trata da implementação da Matriz Curricular do Ensino Médio Técnico Integral publicada no dia 27 de janeiro de 2022 no Diário Oficial do Estado, houve a redução da carga horária dos componentes da formação básica e, consequentemente, um aumento do número de aulas para as unidades curriculares dos itinerários formativos.

Na conjuntura atual, nas turmas de 1º ano há a obrigatoriedade de duas aulas de Química semanais e para as turmas de 2º e 3º anos apenas uma aula semanal. Supostamente, essa redução drástica justifica-se pelo fato que os estudantes irão vivenciar os objetos do conhecimento, antes chamados de conteúdos, nas unidades curriculares dos itinerários formativos ofertados pelas trilhas escolhidas pela escola. Dessa forma, a quantidade de carga horária dos componentes curriculares da formação básica diminuiu, enquanto a carga horária dos itinerários formativos aumentou ao longo das séries.

Neste contexto, participaram desta pesquisa 16 estudantes do 3º ano do ensino médio matriculados na Eletiva - **Polímeros e o descarte de lixo na cidade de Vitória de Santo Antão.** Os estudantes que aceitaram participar da pesquisa formam um grupo heterogêneo, como pode ser observado no Quadro 18.

Quadro 19 - Codificação dos estudantes

Codificação dos Estudantes	Gênero	Idade (anos)
E1	Feminino	17
E2	Feminino	17
E3	Masculino	17
E4	Masculino	17
E5	Feminino	18
E6	Masculino	17
E7	Feminino	19
E8	Masculino	18
E9	Masculino	18
E10	Masculino	19
E11	Feminino	18
E12	Masculino	18
E13	Masculino	18
E14	Masculino	17
E15	Masculino	17
E16	Feminino	17

Fonte: A autora, 2024.

Salientamos que as turmas formadas para as disciplinas Eletivas são turmas mistas, em que os estudantes das quatro turmas do 3º ano realizam a escolha dentro de uma lista de opções oferecida pelos professores que as ministrarão. Assim, os estudantes que optaram em participar da pesquisa são oriundos de ambos os cursos técnicos integrados ao ensino médio.

Ressaltamos que o professor executor da sequência didática foi a professora/pesquisadora (P), por já ter lecionado o componente curricular Química nas turmas de 3º anos nos anos anteriores, enquanto eram 2º anos, e ter desenvolvido de forma positiva a relação professor-aluno que é tão importante para o processo de ensino e aprendizagem e no engajamento dos estudantes nas

atividades propostas. A professora/pesquisadora já leciona na escola campo desta pesquisa desde 2018 e possui 9 anos de experiência como professora da educação básica. Possui formação em Licenciatura em Química (2011-2015) e Mestrado em Educação em Ciências e Matemática (2016-2018) e atualmente finalizando o Doutorado em Ensino das Ciências e Matemática (2021-2024).

5.2 ETAPAS DA PESQUISA E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

5.2.1 Aplicação do questionário

Inicialmente, foi aplicado o questionário para realizar um levantamento dos perfis dos estudantes que participarão da pesquisa, fazendo uma sondagem inicial sobre a aproximação que eles têm com a temática a ser estudada – **Polímeros e o descarte de lixo na cidade de Vitória de Santo Antão**. Essa temática foi escolhida pelo fato de sempre haver problemas de alagamentos no município durante o período de chuvas no mês de junho. Além disso, o assunto sobre polímeros faz parte dos conteúdos a serem abordados no 3º ano do ensino médio.

Esse levantamento inicial possibilitou um mapeamento das experiências sociais dos estudantes que envolvam a temática e das concepções que eles apresentam sobre os conceitos científicos e das tecnologias que a temática envolve.

Segundo Gil (2008, p.125), o uso do questionário visa “o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.”, ou seja, vai muito além de um pré-teste. Em nosso caso, irá contribuir numa melhor compreensão do contexto dos estudantes relacionado às experiências sociais que eles têm com a temática e possibilitar um direcionamento nas discussões durante a atividade.

Para isso, as perguntas do questionário foram abertas e fechadas, seguindo as orientações de Gil (IBID, p.126):

> a) as perguntas devem ser formuladas de maneira clara, concreta e precisa; b) deve-se levar em consideração o sistema de preferência do interrogado, bem como o seu nível de informação; c) a pergunta deve possibilitar uma única interpretação; d) a pergunta não deve sugerir respostas; e) as perguntas devem referir-se a uma única ideia de cada vez (IBID, p. 126)

Vale salientar que foi realizado o pré-teste com alguns estudantes de 3º ano em 2023.2 que já tinham vivenciado a temática sobre polímeros com outro professor

para “evidenciar possíveis falhas na redação do questionário” e “assegurar validade e precisão” quanto ao objetivo desta pesquisa (IBID, p. 134).

O questionário (Apêndice A), além de imagens, contemplou as seguintes perguntas:

1. O que são polímeros?
2. Em quais objetos os polímeros estão presentes?
3. Quais polímeros você e sua família faz uso no dia a dia?
4. Quais das figuras de alguns materiais representadas a seguir contêm polímero?
5. De onde vêm os plásticos?
6. Quais características você pode citar que estão presentes no material plástico?
7. Como os plásticos são descartados na sua residência?
8. Quais as contribuições que o plástico trouxe para a sociedade ao longo dos anos?
9. Quais os malefícios que o plástico trouxe para a sociedade e o meio ambiente ao longo dos anos?
10. Quais relações você identifica entre o descarte de materiais plásticos e os problemas de alagamentos no município de Vitória de Santo Antão no período das chuvas?
11. Quais ações poderiam ser desenvolvidas ou implementadas para minimizar a relação entre plásticos e alagamentos?

As respostas obtidas através do questionário pelos estudantes serviram como elementos norteadores para o andamento das discussões durante o desenvolvimento da sequência didática.

5.2.2 Observação e Videogravação

Com relação às observações, de acordo com Belei *et al*. (2008), são registros do que é visível naquele momento e de interesse para a pesquisa. Nesse sentido, os registros iniciais serão realizados em um caderno de campo a partir de observações durante as discussões entre os estudantes.

No entanto, no contexto de sala de aula é possível que algumas falas e interações não sejam percebidas diante do número de estudante presentes em cada turma. E, sabendo-se que neste trabalho a pesquisadora será a professora que ministrará a aula, foi utilizada a videogravação na tentativa de assegurar nos

registros de imagens e áudios as discussões desenvolvidas durante a sequência didática. De acordo com Belei *et al*. (2008, p. 192),

> Ao se examinar e interpretar os dados repetidas vezes o pesquisador descobre novas interrogantes, novos caminhos a serem trilhados. Não é só ver os fatos e gestos da prática filmada [...]. Com a filmagem pode-se reproduzir a fluência do processo pesquisado, ver aspectos do que foi ensinado e apreendido, observar pontos que muitas vezes não são percebidos. O vídeo também permite a ampliação, a transformação das qualidades, das características e particularidades do objeto observado (Belei *et al*., 2008, p. 192).

Com a videogravação foi possível realizar um estudo mais aprofundado por possibilitar a visualização de trechos por repetidas vezes para obter detalhes das discussões, o que talvez com apenas a observação visível não fosse possível.

Os autores Garcez, Duarte e Eisenberg (2011) sinalizam a importância da familiaridade do pesquisador com o equipamento a ser utilizado para as videogravações, verificar onde a câmera será posicionada para a melhor captura do som e da imagem, além de um possível pré-teste para avaliar se a qualidade da filmagem atenderá aos objetivos pretendidos.

Seguindo as devidas orientações, foi verificado de forma antecipada a posição mais adequada da câmera dentro da sala de aula e laboratório para obter as melhores imagens e captação do som, distribuição de tomadas no local e, principalmente, buscar minimizar possíveis constrangimentos que alguns estudantes venham ter pela presença da câmera dentro da sala de aula.

Ressaltamos que as atividades da sequência didática que foram videogravadas estão sinalizadas no Quadro 23.

5.3 CUIDADOS ÉTICOS DA PESQUISA

Em conformidade com os princípios éticos que devem reger a pesquisa científica, o primeiro momento do estudo consistiu na submissão do protocolo de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) por meio Plataforma Brasil. Esse procedimento visa proteger os participantes de possíveis riscos e oferecer respaldo ao pesquisador.

Também foi assinado, pelo pesquisador responsável, o Termo de Compromisso e Confidencialidade (Anexo D), comprometendo-se a preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários, cujos dados foram estudados e divulgados

exclusivamente em eventos ou publicações científicas, mantendo as informações sensíveis protegidas, incluindo dados pessoais.

Os participantes da pesquisa com idade de 18 anos ou mais receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os participantes com idade menor de 18 anos receberam o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o TCLE direcionado aos responsáveis legais. Esses documentos, em conformidade com a resolução 466/2012 dos Direitos Humanos, assegura todos os direitos aos participantes, garantindo o seu anonimato (Brasil, 2013). O TCLE, disponível nos Anexos A e B e o TALE disponível no anexo C, têm como finalidade informar detalhadamente aos participantes sobre os procedimentos, possíveis riscos e benefícios, possibilitando que tomem uma decisão voluntária e consciente ao participar deste estudo.

5.4 ORIENTAÇÕES PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

Para desenvolver uma sequência didática de acordo com a abordagem CTS que busca “desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (Santos; Mortimer, 2002, p.144), é importante que os aspectos e/ou critérios sejam considerados. Espera-se que, ao final da sequência didática a partir da abordagem CTS e da Teoria da Atividade (TA) os estudantes tenham uma formação crítica, a partir do entendimento sobre as relações existentes entre Ciência-Tecnologia-Sociedade e com a bagagem de conhecimento científico e tecnológico que os auxiliem a solucionar problemas reais dentro de seu contexto, tomar decisões, estando consciente do seu papel na sociedade.

5.4.1 Detalhamento da sequência didática

A sequência didática (SD) foi organizada em sete momentos e vivenciada seguindo o detalhamento apresentado a seguir.

1º Momento

O primeiro momento foi destinado à explicação de como iria ocorrer esta pesquisa, contemplando o detalhamento dos objetivos, os encontros da sequência

didática, a leitura e entrega do Termo de Livre Esclarecido (TCLE) e do Termo de Assentamento Livre Esclarecido (TALE), as divisões das equipes de estudantes e suas respectivas tarefas e a realização do questionário prévio para que pudéssemos ter uma maior compreensão sobre o que os estudantes tinham de conhecimento científico, tecnológico e práticas sociais sobre Polímeros e Plásticos.

O questionário foi disponibilizado na sala de aula através do Qr Code (FIGURA 9) para que os estudantes pudessem acessá-lo. O questionário foi elaborado na plataforma do Google Forms e as perguntas estão presentes no apêndice A. Foi disponibilizado um tempo de 30 min para que os estudantes pudessem responder. Também foi disponibilizado o questionário de forma impressa (APÊNDICE A) caso algum estudante não conseguisse acessá-lo de forma on-line.

Figura 9 - Qr Code do questionário prévio.

Fonte: A autora, 2023.

A turma foi dividida em 5 equipes (Quadro, 19), cada equipe recebeu uma tarefa a ser realizada para depois ser compartilhada em aula.

Quadro 20 - Divisão das equipes dos estudantes.

Equipe 1	Equipe 2	Equipe 3	Equipe 4	Equipe 5
E 1	E 15	E 2	E 10	E 12
E 5	E 16	E 3	E 11	E 4
E 6	E 14	E 7	E 13	E 9
				E 8

Fonte: A autora, 2024.

Equipe 1 – Cada estudante da equipe ficou responsável por contabilizar a quantidade de plástico descartado no período de dois dias em suas residências e organizar o resultado em um gráfico.

Equipe 2 – Pesquisa sobre o descarte inadequado do plástico e do lixo doméstico e processos de reciclagem de materiais plásticos.

Equipe 3 – Pesquisa sobre os tipos de plásticos: identificação, propriedades e funcionalidade.

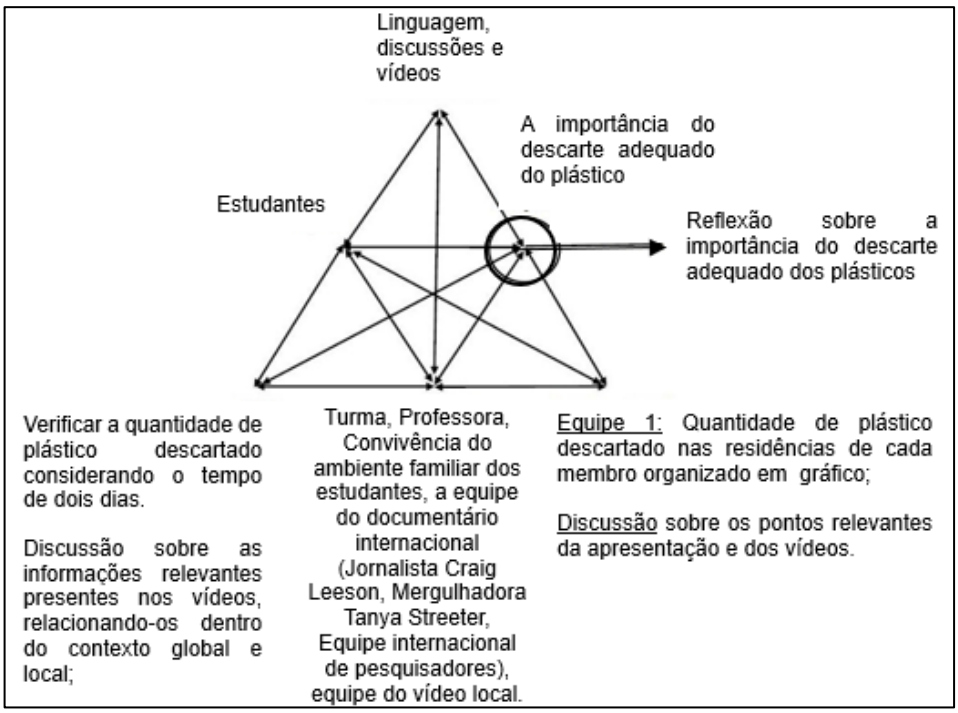
Equipe 4 – Entrevista dentro da comunidade escolar sobre o descarte do plástico. Essa entrevista foi guiada pelas perguntas presentes no Anexo B.

Equipe 5 – Observação do uso dos coletores seletivos pelos estudantes durantes os intervalos de lanche e almoço da escola durante cinco dias, realizando o registro para socialização no 6º momento.

2º Momento

A partir deste momento, a SD foi estruturada seguindo o Sistema de Atividades de Engeström, conforme pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 - 2º momento da SD



Fonte: A autora, 2024.

O triângulo superior está relacionado com a mediação entre os estudantes e o objeto, que neste caso é o Descarte e Reciclagem do plástico, a partir dos artefatos mediadores (ferramentas e signos) que foram o quadro, piloro, a linguagem e discussões. A base do triângulo está relacionada ao contexto dos estudantes e da atividade a ser desenvolvida. Dessa forma, a divisão de trabalho está relacionada à organização das tarefas a serem desenvolvidas, neste momento, referindo-se à apresentação da Equipe 1, a apresentação dos vídeos pela

professora/pesquisadora, discussões sobre os pontos relevantes e escrita individual de um texto pelos estudantes relacionando os dois vídeos.

Em relação aos conteúdos presentes nos vídeos, o primeiro consiste em um documentário disponível no YouTube, uma Produção da Plastic Oceans Foundation[9], apresenta o jornalista Craig Leeson, em associação com a mergulhadora Tanya Streeter e com uma equipe internacional de cientistas e investigadores, exploram ao longo de quatro anos, vinte locais do planeta e deparam-se com o estado extremamente frágil em que se encontram os oceanos, pela situação alarmante provocada pela imensa quantidade de lixo marinho, em que majoritariamente são plásticos.

O documentário também apresenta uma discussão científica em relação ao plástico e sua decomposição em nanoplásticos e as consequências na cadeia alimentar quando consumidos por animais marinhos devido à liberação de toxinas por esses materiais. O documentário apresenta ilhas densas de plásticos presentes nos oceanos que são formadas pelas correntes marinhas, levando materiais de vários continentes para essas localidades e para ilhas não habitadas.

Além disso, o vídeo também apresenta as propagandas da década de 1950 para o consumo de plástico vendendo a ideia de que era descartável e que poderia jogar fora. Uma reflexão bastante pertinente apresentada é sobre a mudança de concepção do entendimento sobre o fora, que seria o lugar onde se joga o lixo. Contudo, a concepção de que esse ‘lado de fora’ não existe é porque toda parte do planeta é o ambiente. Nesse sentido, o vídeo trazendo uma responsabilização individual e coletiva sobre a produção e descarte do lixo.

O segundo vídeo traz as condições do Rio Tapacurá que corta o município de Vitória de Santo Antão-PE, um dos responsáveis por abastecer cerca de 40% a Região Metropolitana do Recife (PESSOA NETO, 2023). O vídeo apresenta toda a extensão do rio dentro do município, mostrando a quantidade de lixo, como geladeira, madeira, pneus, garrafas, além de esgotos que são derramados diretamente nele sem nenhum tratamento.

A intensão de exibir esses dois vídeos foi levantar uma reflexão e discussão sobre o descarte inadequado de materiais plásticos e as possíveis consequências

[9] Traduzida para português pela Câmara Municipal de Almada em colaboração com o Projeto Plástico à Vista, 2016. Vídeo disponível no sítio https://www.youtube.com/watch?v=GqpbuhlyieI&t=18s

que podem der desenvolvidas, tanto no âmbito local como global, além dos impactos sociais e ambientais.

De acordo com as atividades solicitadas aos estudantes, a comunidade envolve não somente a turma e a professora, mas a convivência do ambiente familiar dos estudantes da Equipe 1, uma vez que cada membro desta equipe trouxe informações relacionadas ao descarte do plástico de sua própria família e isso implica trazer informações sobre o que consomem, seja mais alimento industrializado ou mais saudável, e a equipe do documentário produzido pela Plastic Oceans Foundation e equipe do vídeo local.

As regras estabelecidas nesta atividade foram verificar a quantidade de plástico descartado por cada membro da Equipe 1 por um período de dois dias, a participação na discussão sobre as informações relevantes presentes nos vídeos e a escrita de um texto sobre essas relações de forma individual após as discussões.

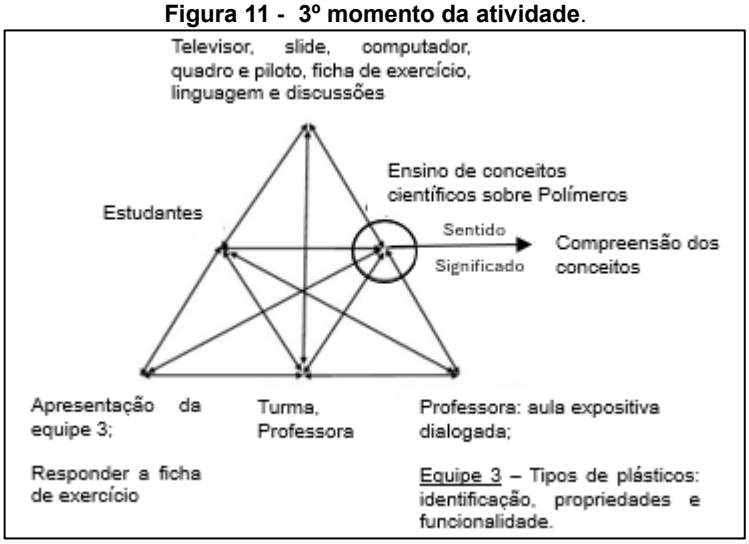
Como objetivo/resultado desta atividade presente no triângulo como “Reflexão sobre a importância do descarte adequado do plástico”, está a inter-relação entre os aspectos tecnológicos e sociais.

3º Momento

O terceiro momento foi destinado aos estudos dos conceitos científicos sobre polímeros, contemplando definições, classificações em relação à origem e à estrutura, nomenclatura, propriedades e funcionalidades. Para mediar a apropriação desses conceitos (objetos) pelos estudantes (sujeitos) foram utilizados como artefatos mediadores alguns instrumentos como televisor, computador, quadro, piloto e ficha de exercício e alguns signos como a linguagem, discussões e o conteúdo do slide, como pode ser observado na Figura 11.

Na base do triângulo, na divisão de trabalho foi considerada a aula ministrada pela professora e a participação da equipe 3 com a apresentação da pesquisa solicitada. A comunidade neste quarto momento foi composta pelos estudantes da turma e pela professora. As regras estabelecidas para aula foram a equipe 3 realizar a apresentação após a professora e, em seguida, realizarem a resolução da ficha de exercícios.

Figura 11 - 3º momento da atividade.



Fonte: A autora, 2024.

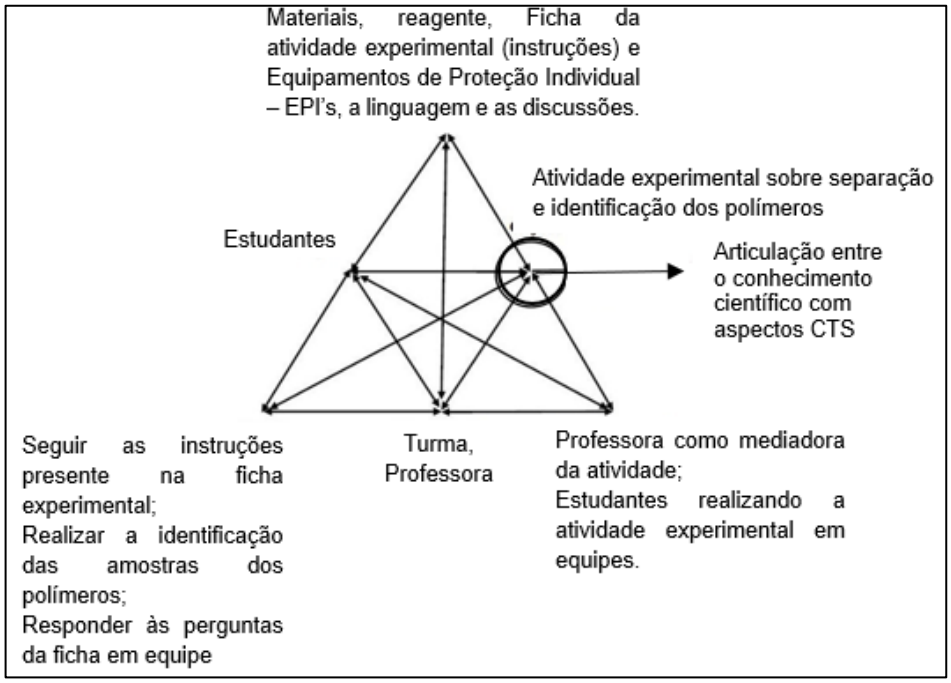
4º momento

Este momento foi destinado à realização de uma atividade experimental que consistiu em os estudantes identificarem quatro tipos de polímeros a partir da densidade conhecida de diferentes líquidos, comparando-os com as densidades oficiais. Em seguida, os estudantes responderam às perguntas presentes na ficha da atividade experimental (Apêndice A).

Como artefatos mediadores entre os estandes e o objeto da atividade foram utilizados os materiais e reagentes descritos na ficha da atividade experimental, os equipamentos de proteção individual, a linguagem e as discussões durante a atividade (Figura 12).

Em relação à divisão de trabalho, os estudantes ficaram responsáveis em realizar a atividade juntamente com a mediação da professora. As regras consistiram em seguir as instruções presentes na ficha experimental disponibilizada a cada equipe, tais como realizar a identificação das amostras, anotar as observações e responder às perguntas de forma individual, e as regras básicas do laboratório de química como o uso de sapato fechado, uso do jaleco, não entrar com alimentos. A comunidade foi composta pela professora e a turma.

Figura 12 - 4º momento da atividade.



Fonte: A autora, 2024.

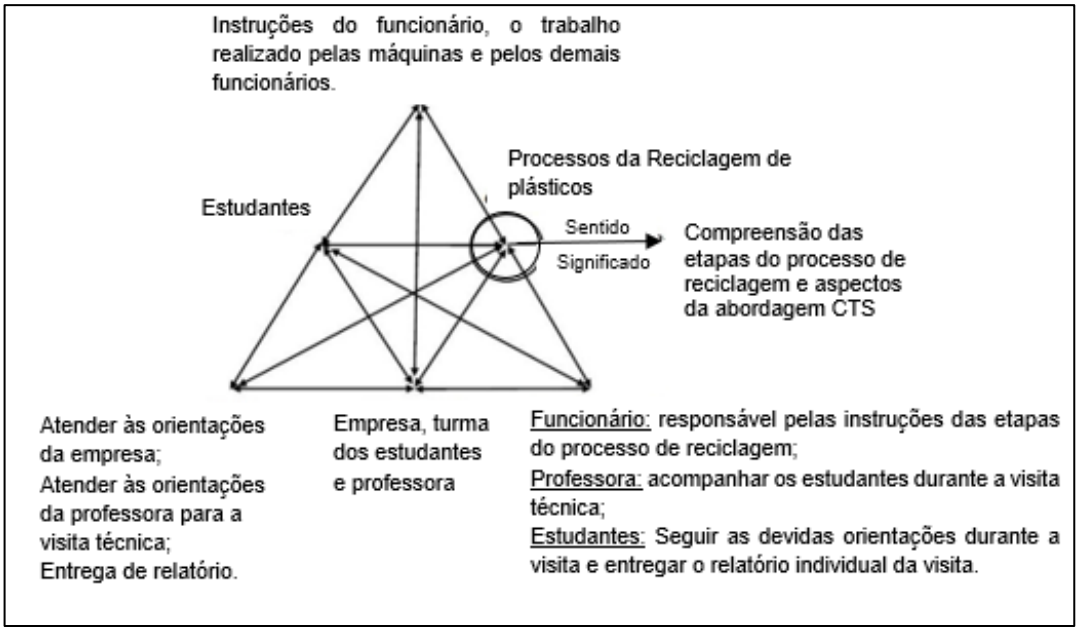
5º momento

Este momento foi destinado à visita técnica a uma empresa de reciclagem de plásticos, em que os estudantes tiveram a oportunidade de conhecer todas as etapas do processo de reciclagem do Polipropileno (PP) e do Polietileno de alta densidade (PEAD).

Como artefatos mediadores entre os estudantes e o objeto desta atividade, foram utilizadas as instruções do funcionário da empresa, o trabalho realizado pelas máquinas e demais funcionários e a linguagem, como observado na Figura 13.

Considerando o contexto desta atividade, a comunidade foi composta pela empresa, os estudantes que participaram da visita técnica e a professora. Em relação à divisão de trabalho, o funcionário da empresa acompanhou os estudantes e a professora ficou responsável pelas instruções das etapas do processo da reciclagem, apresentando o espaço, a matéria prima, a logística de entrada e saída desses materiais, a confecção de materiais como produto final da reciclagem, bem como reaproveitamento de materiais já reciclados.

Figura 13 - 5º momento da atividade.



Fonte: A autora, 2024.

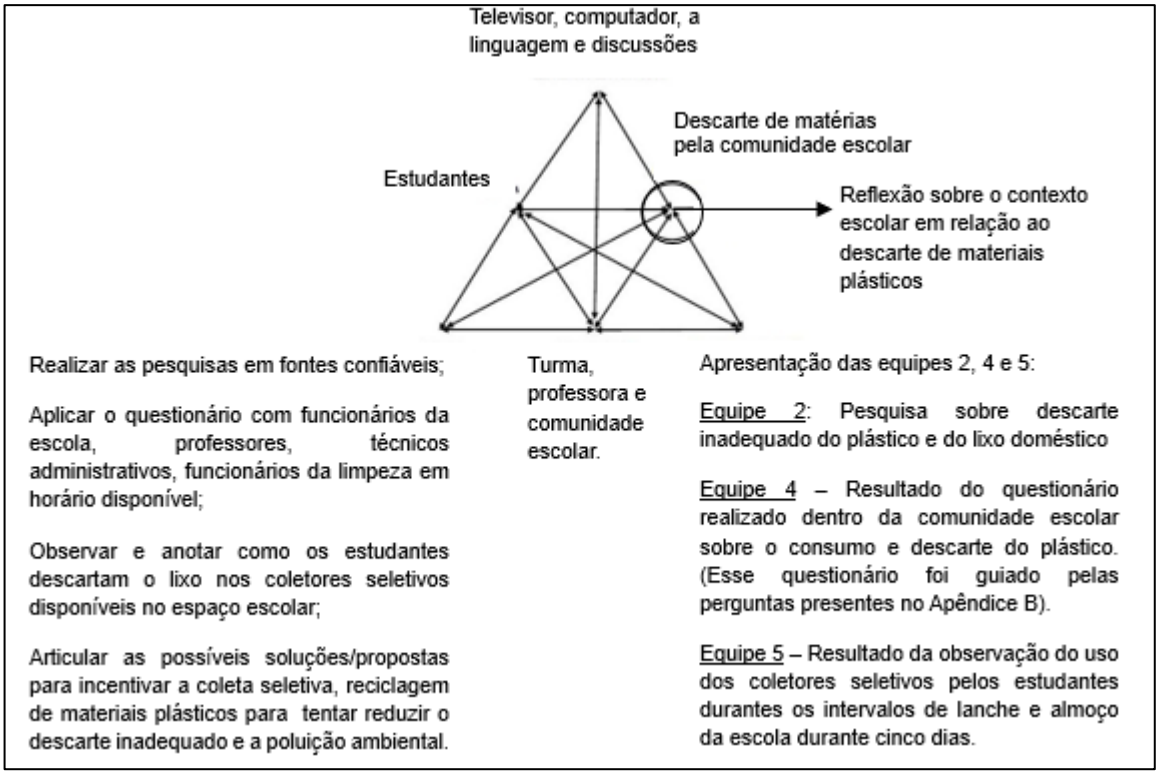
As regras que foram as estabelecidas pela empresa durante a visita técnica, foram as estabelecidas pela professora, como o uso do fardamento completo, sapato fechado e a entrega do relatório final referente à visita.

6º momento

Este momento foi destinado aos alunos para que eles percebessem o próprio contexto escolar em relação ao descarte do lixo plástico. Nesse sentido, para a mediação entre os estudantes e o objeto desta atividade foi considerado o questionário (Anexo F), a observação, a linguagem, a discussão em sala, televisor e computador utilizados para apresentação (Figura 16).

Na divisão de trabalho, a Equipe 2 ficou responsável por pesquisar sobre o descarte inadequado do plástico e lixo doméstico, a Equipe 4 ficou responsável para realizar o questionário com alguns funcionários da comunidade escolar sobre o consumo e o descarte de plásticos e a Equipe 5 fez observações em relação ao uso dos coletores seletivos pelos estudantes durante os intervalos de lanches e almoço da escola durante o período de 5 dias. Esta atividade envolveu não apenas os estudantes da turma e a professora, mas a comunidade escolar considerando as ações dos estudantes.

Figura 14 - 6º momento da atividade.



Fonte: A autora, 2024.

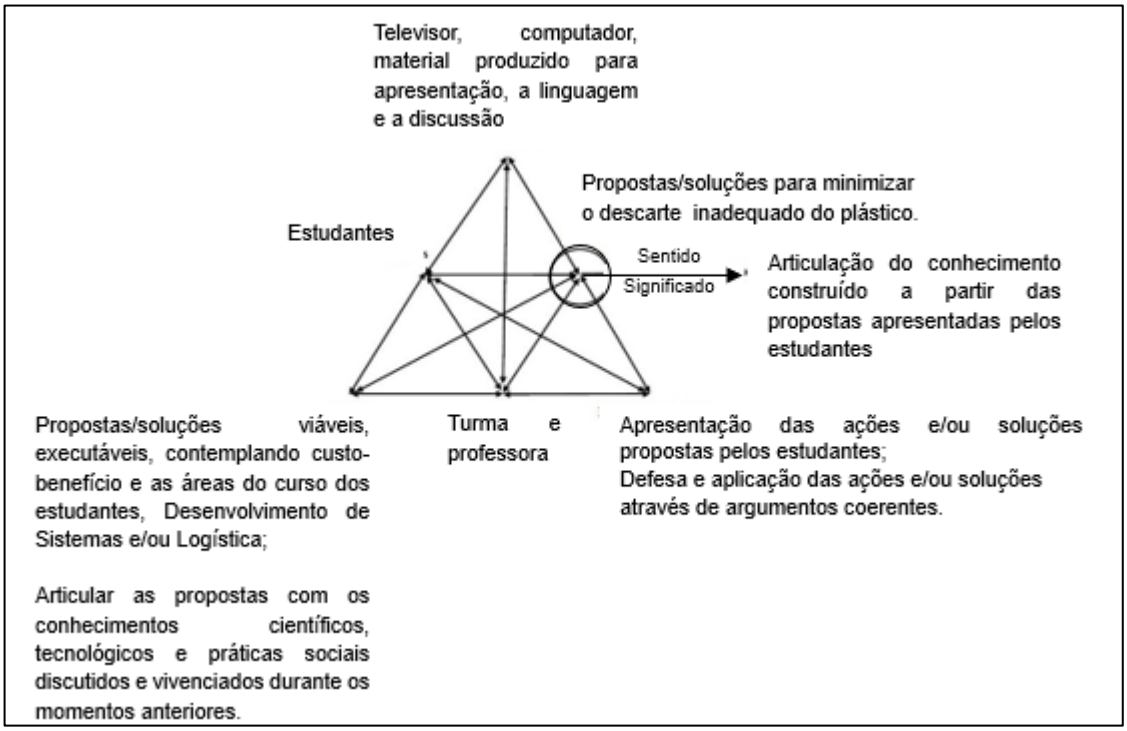
As regras que guiaram esta atividade foram estabelecidas pela professora. Para o questionário, o público-alvo dos estudantes foram os funcionários da própria escola, podendo ser professores, técnicos administrativos e funcionários da limpeza em horários disponíveis. E as regras para a Equipe 5 foram observar o uso dos coletores pelos demais estudantes da comunidade escolar durante os horários de lanche e almoço durante o período de cinco dias e anotar. As discussões realizadas em sala de aula ocorreram a partir das apresentações das Equipes 2, 4 e 5, que nortearam as articulações de possíveis propostas/soluções para incentivar a coleta seletiva, reciclagem de materiais plásticos na intenção de reduzir o descarte inadequado e a poluição ambiental.

7º momento

Com o objetivo de observar e compreender a articulação do conhecimento construído presente nas propostas apresentadas pelos estudantes, eles foram incentivados a propor possíveis soluções para minimizar o descarte inadequado de materiais plásticos. Como artefatos mediadores entre os estudantes e o objeto da atividade que foram as propostas, foram utilizados televisor, computador, o material

produzido por eles para a apresentação, a linguagem e a discussão, como pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 - 7º momento da atividade.



Fonte: A autora, 2024.

Considerando o contexto dos estudantes, a comunidade foi composta pela turma e professora. Na divisão de trabalho, as equipes apresentaram as propostas/soluções para minimizar o descarte inadequado e poluição ambiental, e incentivar a reciclagem, defendendo as ideias com argumentos coerentes. Como regras, a professora solicitou que as propostas fossem viáveis e executáveis, contemplando o custo-benefício e as áreas do curso, Desenvolvimento de Sistemas e Logística, tendo em vista que os estudantes da Eletiva são de ambos os cursos técnicos. Outra regra foi articular as propostas com os conhecimentos científicos, tecnológicos e práticas sociais que foram discutidos e vivenciados ao longo dos momentos anteriores.

De acordo com o que foi apresentado, a SD foi desenvolvida em momentos de aulas, conforme pode ser observado no Quadro 21.

Quadro 21 - Planejamento da sequência didática e recursos para análise.

Momentos	Ações da Sequência Didática	Recurso de aula	Tempo de aula	Instrumentos de registro

1º **(Apresentação e Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes)**	• Apresentação e explicação sobre a proposta da pesquisa; • Entrega do TCLE; • Disponibilização do questionário prévio aos estudantes; • Os estudantes responderam ao questionário; • Divisão dos estudantes em 5 Equipes; • Solicitação das tarefas a serem realizadas por equipe.	Imagem do Qr Code, Questionário impresso.	50 min	Observação
2º	• Apresentação das Equipes 1 e 2: Equipe 1 – Quantidade de plástico descartado nas residências de cada membro organizado em gráfico. • Vídeo sobre a poluição do Rio Tapacurá (https://www.youtube.com/watch?v=yO3_wqzUtCE); • Documentário sobre o Plástico e a vida marinha (https://www.youtube.com/watch?v=Gqpbuhlyiel); • Discussão sobre as relações entre os vídeos.	Televisor, computador, quadro e piloto.	100 min	Videogravação
3º	• Aula expositiva dialogada; • Apresentação da Equipe 3: Equipe 3 – Tipos de plásticos: identificação, propriedades e funcionalidade.	Televisor, slide, computador, quadro e piloto, ficha de exercício.	150 min	Videogravação
4º	• Atividade experimental sobre separação e identificação dos polímeros	Materiais, reagente, roteiro da aula e Equipamentos de Proteção Individual – EPI's	100 min	Videogravação e ficha experimental
5º	• Visita técnica à empresa de reciclagem de materiais plásticos.	Orientações para as observações dos estudantes na empresa	150 min	Relatório dos estudantes
6º	• Apresentação das equipes 2, 4 e 5: Equipe 2 – Descarte inadequado do plástico e do lixo doméstico e processos de reciclagem de materiais plásticos. Equipe 4 – Resultado da entrevista realizada dentro da comunidade escolar sobre o consumo e descarte do plástico. (Essa entrevista será guiada pelas perguntas presentes no Anexo F). Equipe 5 – Resultado da observação do uso dos coletores seletivos pelos estudantes durantes os intervalos de lanche e almoço da escola durante cinco dias.	Televisor, computador, quadro e piloto	100 min	Videogravação

	• Discussão sobre as apresentações; • Proposta da elaboração de ações e/ou soluções			
7º	• Apresentação das ações e/ou soluções propostas pelos estudantes; • Defesa e aplicação das ações e/ou soluções através de argumentos coerentes.	Computador, slides, Datashow, som, internet	100 min	Videogravação

Fonte: A autora, 2024.

5.5 ANÁLISE DOS DADOS

Após a obtenção de todos os registros, a análise desses materiais foi realizada a partir de três etapas:

Etapa 1: Análise das respostas do questionário – essa análise ocorreu a partir de o conhecimento científico e suas interações entre os aspectos científicos, tecnológicos e sociais sobre polímeros. Esse momento teve como finalidade mapearmos os conhecimentos prévios dos estudantes sobre polímeros, plásticos e os impactos ambientais do descarte inadequado .

Etapa 2: Análise dos registros dos estudantes – os registros de cada atividade realizada foram analisados para evidenciarmos de que forma os estudantes mobilizam os conhecimentos e estabelecem inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade a partir de o trabalho de Strieder (2012)

Etapa 3: Análise das contradições – essa análise buscou evidenciar nas suas produções e discursos, fontes de mudança e desenvolvimento, funcionando como motores de inovação e novas descobertas (Quevedo, 2005; Querol; Cassandre; Bulgacov, 2014).

Para a análise dos aspectos da abordagem CTS, foram utilizadas as categorias da Matriz de Referência proposta por Strieder (2012), considerando os níveis de compreensão sobre a Racionalidade referente à Ciência e sua construção, a compreensão sobre o desenvolvimento tecnológico e sobre a participação social, conforme o Quadro 5 presente na fundamentação teórica (p. 36).

Quadro 5 – Níveis de compreensão sobre a Racionalidade, Desenvolvimento e Participação

Racionalidade	Desenvolvimento	Participação
(1R) Desocultamento da realidade	(1D) Neutro (2D) Sinônimo de	(1P) Reconhecimento (2P) Decisão Individual

(2R) Universal	progresso	(3P) Decisão Coletiva
(3R) Em contexto	(3D) Especificidades	(4P) Mecanismos de
(4R) Questionada	(4D) Orientado	pressão
(5R) Insuficiente	(5D) Em contexto	(5P) Esferas Políticas

Fonte: Strieder (2012, p. 177).

Para a análise das videogravações, foram transcritos os episódios mais relevantes para pesquisa e as falas dos estudantes foram analisadas a partir dos elementos presentes no sistema de atividades e das manifestações das contradições presentes no sistema de atividades (Engeström, 1987, 2002; Engeström; Sanino, 2011; Querol; Cassandre; Bulgacov, 2014).

Os elementos do sistema de atividades mencionados aqui para análise são os encontrados no triângulo proposto por Engeström (1987), conforme a Figura 5 presente na página 68.

Figura 5 – Estrutura do modelo de atividade

. 1

Em relação aos níveis de contradições, elaboramos o Quadro 22 a partir de Quevedo (2005) e Querol; Cassandre; Bulgacov, (2014).

Quadro 22 - Níveis de contradições e características

Nível	Contradição	Características
1	Primária	Encontrada nos vértices do triângulo e está relacionada ao valor de uso e ao valor de troca.
2	Secundária	"agravamento dos problemas já existentes na fase anterior. Distúrbios começam a ameaçar a obtenção dos resultados desejáveis" (Querol; Cassandre; Bulgacov, 2014).
3	Terciária	quando objetos e motivos mais avançados culturalmente são introduzidos na atividade central.

4	Quaternária	está presente quando há interação entre a atividade central e atividades circunvizinhas

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Quevedo (2005) e Querol, Cassandre e Bulgacov, (2014).

Ressaltamos que, embora a professora/pesquisadora levante questionamentos de acordo com as dificuldades encontradas nas respostas do questionário pelos estudantes, o foco de análise são as interações discursivas entre os estudantes durante as atividades propostas na sequência didática. No quadro 23 encontra-se a organização da Sequência Didática (SD) e dos materiais que comporão o *corpus* desta pesquisa os quais foram analisados conforme os objetivos. A partir de toda a vivência nos oitos momentos da sequência didáticas e da análise dos dados coletados, apresentamos no próximo capítulo os resultados e discussão desta pesquisa.

Quadro 23 - Relação entre a sequência didática, instrumentos de pesquisa, objetivos e instrumentos analíticos.

Momentos da Sequência Didática (SD)	Ações	Instrumentos de ensino e aprendizagem	Objetivos específicos da pesquisa	Instrumentos da Pesquisa	Procedimento de análise	Categorias
1º (Apresentação e aplicação de questionário) **Tempo de aula: 50 min**	Apresentação da proposta, organização das equipes e aplicação do questionário para o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes	Questionário (APÊNDICE A)	Subsídios para o objetivo 1,	Questionário	- Organização das respostas para identificação de conhecimentos prévios que os estudantes apresentam sobre o tema abordado.	Categorias da Matriz de Referência para abordagem CTS (Quadro 5).
2º	Apresentação da Equipe 1: Equipe 1 – Quantidade de plástico descartado nas residências de cada membro organizado em gráfico. ➢ Vídeo sobre documentário sobre o Plástico e a vida marinha (https://www.youtube.com/watch?v=GqpbuhlyieI); ➢ Vídeo sobre a poluição do Rio Tapacurá (https://www.youtube.com/watch?v=yO3_wqzUtCE);	Discussão sobre as relações entre os vídeos, o descarte inadequado do plástico, e os problemas de alagamentos no município.	Objetivo 2 Objetivo 3	Videogravação	- Transcrição das falas dos estudantes; - Uso da ferramenta de análise das interações discursivas;	- Elementos do sistema de atividades; Categorias da Matriz de Referência para abordagem CTS (Quadro 5).
3º	Aula expositiva dialogada sobre os conceitos de Polímeros; Apresentação da Equipe 3: Equipe 3 – Tipos de plásticos: identificação, propriedades e funcionalidade.	Mobilização dos conhecimentos científicos e tecnológicos				
4º	Atividade experimental sobre separação e identificação dos polímeros	Ficha experimental (APÊNDICE B) e Discussões dos		Videogravação e Ficha experimental	- Transcrição das falas; - Uso da ferramenta de análise das	- Elementos do sistema de atividades; Categorias da Matriz de

		estudantes sobre a atividade vivenciada			interações discursivas; - Análise das respostas das perguntas presentes na ficha.	Referência para abordagem CTS (Quadro 5).
5º	Visita técnica à empresa de reciclagem de materiais plásticos.	Discussões sobre a importância da reciclagem de materiais plásticos, etapas, contribuições e desafios encontrados durante o processo de reciclagem		Relatório	- Transcrição das falas ; - Verificar como os estudantes mobilizam os conhecimentos e estabelecem inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade;- Uso da ferramenta de análise das interações discursivas;	- Categorias da Matriz de Referência para abordagem CTS (Quadro 5).
6º	Apresentação das equipes 2, 4 e 5: <u>Equipe 2</u> – Descarte inadequado do plástico e do lixo doméstico e processos de reciclagem de materiais plásticos. <u>Equipe 4</u> – Resultado da entrevista realizada dentro da comunidade escolar sobre o consumo e descarte do plástico. (Essa entrevista será guiada pelas perguntas presentes no Anexo F). <u>Equipe 5</u> – Resultado da observação do uso dos coletores seletivos pelos estudantes durantes os intervalos de lanche e almoço da escola durante cinco dias.	Discussão sobre as apresentações e proposta da elaboração de ações e/ou soluções pelos estudantes	Objetivo 3	Videogravação	- Transcrição das falas; - Uso da ferramenta de análise das interações discursivas;	- Elementos do sistema de atividades; Categorias da Matriz de Referência para abordagem CTS (Quadro 5).
7º	Apresentação das ações e/ou soluções propostas pelos	Discussão sobre propostas das				

	estudantes; Defesa e aplicação das ações e/ou soluções através de argumentos coerentes.	equipes				

Fonte: A autora, 2024.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentaremos os resultados e as discussões derivados da implementação de uma sequência didática (SD) fundamentada na Teoria da Atividade, tendo como temática central o plástico e os polímeros. A SD foi elaborada com o objetivo de explorar os conceitos científicos, tecnológicos e sociais relacionados aos polímeros e o descarte de lixo na cidade de Vitória de Santo Antão–PE, integrando uma abordagem pedagógica que favoreça uma compreensão ampla e crítica desses materiais.

Como foi explicado na Metodologia, a SD foi construída com base na ampliação das ideias de Leontiev, sugeridas por Engeström, e desenvolvida com os estudantes (E) do terceiro ano do ensino médio de uma escola técnica estadual da rede pública, localizada na cidade supracitada.

Os resultados discutidos foram obtidos a partir de um conjunto de atividades e intervenções didáticas que visaram não apenas o desenvolvimento de conhecimentos específicos sobre polímeros, mas também uma reflexão crítica sobre os impactos do uso e descarte de plásticos na sociedade e no meio ambiente. Para tanto, a discussão dos resultados foi orientada pela perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), o que proporcionou uma análise que transcende os aspectos meramente técnicos e científicos, e que considera as implicações sociais, econômicas e ambientais.

A partir desta perspectiva, buscou-se compreender se a SD contribuiu para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes e se foi capaz de promover uma visão integrada e contextualizada dos conhecimentos científicos, articulados com os aspectos da abordagem CTS. Os dados obtidos foram analisados e discutidos de forma a evidenciar, ou não, a eficácia da SD e a relevância da Teoria da Atividade como referencial teórico para a construção de práticas educativas que articulam ciência, tecnologia e sociedade.

6.1 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO - 1º MOMENTO:

Inicialmente, aplicou-se um questionário (Apêndice A) para levantar os perfis dos estudantes que participaram da pesquisa, realizando uma sondagem sobre a familiaridade deles com a temática a ser estudada. Como já mencionado

anteriormente, esta temática foi escolhida devido aos recorrentes problemas de alagamentos no município durante o período de chuvas, além desse assunto fazer parte dos conteúdos abordados no 3º ano do ensino médio. Nos quadros seguintes (24 ao 33) estão as respostas dos estudantes para cada pergunta do questionário, bem como suas análises e discussões.

Quadro 24 - Perguntas do questionário.

1.	O que são polímeros?
2.	Em quais objetos os polímeros estão presentes?
3.	Quais polímeros você e sua família fazem uso no dia a dia?
4.	Quais das figuras de alguns materiais representadas a seguir contêm polímero?
5.	De onde vem os plásticos?
6.	Quais características você pode citar que estão presentes no material plástico?
7.	Como os plásticos são descartados na sua residência?
8.	Quais as contribuições que o plástico trouxe para a sociedade ao longo dos anos?
9.	Quais os malefícios que o plástico trouxe para a sociedade e o meio ambiente ao longo dos anos?
10.	Quais relações você identifica entre o descarte de materiais plásticos e os problemas de alagamentos no município de Vitória de Santo Antão no período das chuvas?
11.	Quais ações poderiam ser desenvolvidas ou implementadas para minimizar a relação entre plásticos e alagamentos?

Fonte: A autora, 2024.

As perguntas do Quadro 24 foram construídas tendo como foco principal a abordagem da temática dos polímeros, dos seus conceitos, aplicações e impactos na sociedade e no meio ambiente. Eles incluem definições de polímeros, exemplos de objetos que os contêm, reflexões sobre seu uso cotidiano, origem dos plásticos, características dos materiais plásticos, práticas de descarte, contribuições e malefícios sociais e ambientais, além de relações entre o descarte de plásticos e problemas urbanos como alagamentos. As perguntas apresentadas visam perceber o conhecimento dos estudantes sobre o tema e promover reflexões sobre seu consumo e impacto na sociedade e no meio ambiente.

Para a nossa análise, optamos por separar as respostas dos estudantes, de algumas perguntas, em três grupos: satisfatória, parcialmente satisfatória e não satisfatória em relação aos referenciais teóricos sobre a temática polímeros além

de buscar indícios das relações CTS.

Quadro 25 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 1 do questionário.

Estudantes	Respostas dos Estudantes
E1	*"objetos que tem como material principal o plástico"*
E2	*"Materiais derivado do Petróleo"*
E3	*"Materiais derivados do agrupamento de muitas partículas do petróleo"*
E4	*"Algo que envolve petróleo"*
E5	*"São micro de substâncias que compõe o plástico e derivados"*
E6	*"Figura geométrica"*
E7	*"São moléculas de plástico"*
E8	*"Forma geométrica"*
E9	*"Algo que envolve o petróleo"*
E10	*"Polímeros são macromoléculas originadas a partir da união de várias unidades de moléculasmenores, chamadas de monômeros"*
E11	*"Materiais derivados do petróleo"*
E12	*"Materiais derivados do agrupamento de muitas partículas de petróleo"*
E13	*"São macromoléculas"*
E14	*"É um assunto muito difícil de química"*

Fonte: A autora, 2024.

A análise das respostas dos estudantes (Quadro 25) à pergunta "o que são polímeros?" revela uma variação significativa no nível de compreensão sobre o tema. De acordo com Marconato e Franchetti (2002, p. 42), "Polímeros são macromoléculas de alta massa molar, formadas por unidades de moléculas menores, chamadas monômeros. Estes reagem por adição ou condensação, produzindo polímeros com diferentes propriedades físico-químicas e mecânicas".

A sondagem inicial apontou uma mistura de respostas satisfatórias (E10 e E13), parcialmente satisfatórias (E2, E3, E4, E5, E7, E9, E11 e E12) e não satisfatórias (E1, E6, E8 e E14), indicando a necessidade de um maior aprofundamento conceitual sobre polímeros.

As respostas satisfatórias demonstram um entendimento adequado sobre

os polímeros, reconhecendo-os como macromoléculas formadas pela união de monômeros. As parcialmente satisfatórias indicam uma noção básica sobre a origem dos polímeros, associando-os corretamente ao petróleo, mas carecem de detalhes sobre a estrutura e a sua formação. As não satisfatórias mostram um entendimento equivocado ou confuso sobre o conceito de polímeros, demonstrando a necessidade de esclarecer que polímeros são estruturas moleculares, não objetos específicos ou figuras geométricas.

A análise das respostas também revela alguns sinais da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). As respostas que mencionam o petróleo (Estudantes 2, 3, 4, 9, 11, 12) pode sugerir uma percepção dos estudantes sobre a relação entre polímeros e suas implicações tecnológicas, pois o petróleo é um recurso natural de grande relevância econômica e ambiental. Este entendimento, mesmo que parcial, pode ser um ponto de partida para discussões mais amplas sobre o impacto dos polímeros na sociedade, especialmente em questões relacionadas ao descarte de lixo e aos problemas ambientais, como os alagamentos mencionados no contexto da pesquisa.

A análise das respostas dos estudantes à pergunta "Em quais objetos os polímeros estão presentes?" (Quadro 26), mostra uma variedade de níveis de conhecimento e compreensão sobre a aplicação dos polímeros em objetos cotidianos. A sondagem inicial revelou respostas satisfatórias (E1, E3, E5, E7, E10, E12 e E14), parcialmente satisfatórias (E2, E9, E11 e E13) e algumas não satisfatórias (E4, E6 e E8), bem como indícios de entendimento da relação entre polímeros e questões de descarte de lixo, alinhadas com a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

As respostas satisfatórias demonstram um bom entendimento da presença de polímeros em diversos objetos de uso diário, especialmente em embalagens plásticas e itens descartáveis. As parcialmente satisfatórias mostram alguma compreensão, mas também misturam materiais e fontes (como petróleo) que não são objetos diretos, ou carecem de especificidade em exemplos concretos.

Quadro 26 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 2 do questionário.

Estudantes	Respostas dos Estudantes
E1	*“Sacolas, garrafas, estojos, embalagens, etc.”*
E2	*“Borracha, fibra, petróleo”*

E3	*“Filme PVC, embalagem de isopor, sacola plástica, talheres de festa, garrafa pet”*
E4	*“Tudo que tem relacionados a plásticos”*
E5	*“Sacolas, roupas, panelas, embalagem”*
E6	*“Em objetos circulares”*
E7	*“Garrafas, sacolas plásticas, talheres de festa”*
E8	*“Não sei”*
E9	*“Tudo que estão relacionados à plásticos. Ex. PVC”*
E10	*“Garrafas de refrigerante e de água, garrafa pet, borracha de pneus de automóveis e canos de pvc de esgoto e de água”*
E11	*“Borracha, fibra, petróleo”*
E12	*“Filme pvc, embalagem de isopor, sacola plástica e talheres de pesca, garrafa pet”*
E13	*“PVC, isopor, polietileno”*
E14	*“Papel Filme, garrafa pet, copo descartável, garrafa mineral”*

Fonte: A autora, 2024.

As respostas são muito gerais ou abrangentes, mostrando a necessidade de maior clareza e aprofundamento no ensino sobre polímeros.

Vários estudantes mencionaram objetos de uso comum, particularmente aqueles associados ao descarte de lixo, como sacolas plásticas, garrafas de politereftatalato de etileno (PET), embalagens de isopor e talheres descartáveis (E1, E3, E5, E7, E10, E12 e E14). Essas respostas indicam uma consciência inicial sobre a presença de polímeros em materiais que frequentemente são descartados e que podem contribuir para problemas ambientais. As menções específicas a itens como canos de PVC (E10) e borrachas de pneus (E2, E10 e E11) também sugerem uma compreensão de que polímeros estão presentes em diversos contextos além dos descartáveis, incluindo infraestrutura e automóveis.

Essa sondagem inicial revela uma necessidade de aprofundar o conhecimento sobre os polímeros, enfatizando não só suas aplicações, mas também os impactos ambientais e sociais associados ao seu descarte. Abordar esses aspectos pode contribuir para uma formação mais crítica e consciente dos estudantes, alinhada com os princípios da abordagem CTS.

A análise das respostas dos estudantes à pergunta "Quais polímeros você e sua família fazem uso no dia a dia?" (Quadro 27), revela uma compreensão variada

sobre a presença de polímeros em objetos cotidianos.

Quadro 27 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 3 do questionário.

Estudantes	Respostas dos Estudantes
E 1	*"Plástico filme, sacolas plásticas, vasilhas, canetas, etc."*
E 2	*"Sacola plástica, copo, vasilha"*
E 3	*"Copo descartável, canudo, vasilha, sacola plástica"*
E 4	*"Garrafa de plástico, bolsa de plástico"*
E 5	*"Sacolas, panelas, roupas"*
E 6	*"Não tenho conhecimento"*
E 7	*"Sacolas plásticas, garrafas, copos"*
E 8	*"Não sei"*
E 9	*"Bolsa de plástico, copo de plástico, garrafa, canudo"*
E 10	*"Polipropilenos, polietilenos, ABS, PVC, EVA, poliamida, pet"*
E 11	*"Copo, vasilha"*
E 12	*"Sacola plástica, vasilhas, copo descatável, canudo"*
E 13	*"Sacola plástica, filme de PVC, embalagem de isopor"*
E 14	*"Copo descartável, vasilha"*

Fonte: A autora, 2024.

A sondagem inicial evidenciou respostas satisfatórias e abrangentes (E1, E2, E3, E4, E5, E7, E9, E11, E12, E13, E14), uma vez que a associação de polímeros a aplicações do cotidiano vão desde "as sacolas de supermercados, as cartelas de remédios, eletrodomésticos, embalagens de produtos, componentes de computadores e até roupas" (França *et al.,* 2022, p. 279). Foi possível encontrar respostas com termos técnicos (E10), bem como mais limitadas e algumas que indicam desconhecimento (E6 e E8), além de possíveis sinais de entendimento da relação entre polímeros e questões de descarte de lixo, alinhados com a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

As respostas satisfatórias e abrangentes, assim como na pergunta anterior, mostram que os estudantes reconhecem uma ampla gama de objetos de uso diário que contêm polímeros, especialmente aqueles associados ao plástico, como

sacolas, garrafas, copos descartáveis, canudos e vasilhas. A resposta do E10 demonstra um conhecimento técnico mais avançado, indicando familiaridade com diferentes tipos de polímeros específicos. As respostas que indicam falta de conhecimento ou consciência sobre o uso de polímeros no dia a dia, sugerem a necessidade de uma maior educação sobre a presença e o impacto dos polímeros na vida cotidiana.

Muitas respostas destacam objetos descartáveis ou de uso único, como sacolas plásticas,copos descartáveis, canudos e embalagens de isopor (E1, E2, E3, E7, E9, E12, E13 e E14). Isso sugere uma consciência inicial sobre o impacto ambiental dos polímeros, especialmente em termos de lixo e poluição. A menção de itens específicos que são frequentemente descartados e contribuem para problemas de resíduos sólidos evidencia uma ligação entre o conhecimento dos estudantes sobre polímeros e as questões ambientais (IBID).

A resposta do Estudante 10, com a menção de polímeros técnicos como polipropileno (PP), polietileno (PE) e acrilonitrila butadieno estireno (ABS), pode indicar uma compreensão mais profunda das diferentes aplicações e tipos de polímeros, o que pode ser explorado para aprofundar discussões sobre as diversas implicações tecnológicas e sociais desses materiais.

A análise das respostas dos estudantes à pergunta "Quais das figuras a seguir contêm polímeros?" (Quadro 28) mostra uma diversidade no nível de conhecimento sobre os objetos que contêm polímeros.

Quadro 28 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 4 do questionário.

Estudantes	Respostas dos Estudantes
E1	*a) Filme de PVC; c) Embalagem de isopor; h) Sacola plástica; l) Talheres de festa*
E2	*a) Filme de PVC; h) Sacola plástica; l) Talheres de festa*
E3	*a) Filme de PVC*
E4	*a) Filme de PVC; h) Sacola plástica; l) Talheres de festa*
E5	*a) Filme de PVC; c) Embalagem de isopor; d) Panela de aço inox; e) Roupa de academia; h) Sacola plástica; i) Panela antiaderente; l) Talheres de festa*
E6	*b) Ametista; d) Panela de aço inox; i) Panela antiaderente*
E7	*a) Filme de PVC; e) Roupa de academia; h) Sacola plástica; l) Talheres de festa*
E8	*h) Sacola plástica*

E9	*a) Filme de PVC; h) Sacola plástica; j) Rede de pesca; l) Talheres de festa*
E10	*a) Filme de PVC; c) Embalagem de isopor; e) Roupa de academia; g) Folhas de papel; h) Sacola plástica; j) Rede de pesca*
E11	*a) Filme de PVC; e) Roupa de academia; f) Algodão; h) Sacola plástica; l) Talheres de festa*
E12	*a) Filme de PVC; c) Embalagem de isopor; h) Sacola plástica; l) Talheres de festa*
E13	*a) Filme de PVC; c) Embalagem de isopor; h) Sacola plástica*
E14	*a) Filme de PVC; h) Sacola plástica; l) Talheres de festa*

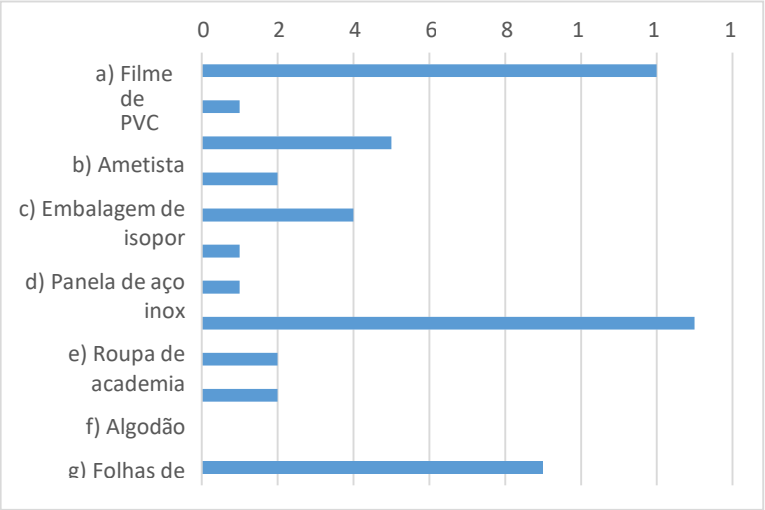
Fonte: A autora, 2024.

As respostas satisfatórias, parcialmente satisfatórias e não satisfatórias, bem como indícios de compreensão das questões relacionadas ao descarte de lixo e suas implicações ambientais, fornecem uma visão abrangente sobre o entendimento dos alunos e a necessidade de aprofundamento na temática, alinhando-se à perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Destacamos aqui os três objetos que foram os mais mencionados pelos estudantes, respectivamente: sacola plástica, filme de PVC e talheres de festa (Gráfico 2), demostrando um entendimento dos materiais poliméricos.

Já os E3 e E8, responderam de forma satisfatória, mas limitada, mostrando que reconhecem alguns objetos poliméricos, mas não identificaram outros presentes nas figuras. O E5 misturou objetos corretos com equivocados (panela de aço inox e ametista, que não são polímeros), mostrando uma compreensão parcial e algumas confusões sobre os materiais. O E6 indicou objetos que não contêm polímeros, sugerindo uma falta de compreensão sobre o que são polímeros.

Gráfico 2 - Quantidade de alternativas arcadas pelos estudantes.



Fonte: A autora, 2024.

A ausência de respostas para a opção “k” referente ao ovo e a baixa escolha para as opções “f” e “g”, subtende-se que os estudantes ainda não apresentam o conhecimento vasto sobre a existência de polímeros naturais, como a celulose, polímero presente na constituição do algodão e do papel e a proteína, polímero formado a partir de ligações peptídicas entre aminoácidos, como a albumina presente no ovo.

As respostas que mencionam objetos descartáveis e de uso único, como sacolas plásticas, talheres de festa, embalagens de isopor e copos descartáveis, indicam uma consciência inicial sobre o impacto ambiental dos polímeros, especialmente em termos de lixo e poluição. A identificação de itens como redes de pesca e roupas de academia (E7, E9, E10 e E11) sugere um entendimento mais amplo das aplicações dos polímeros além dos itens descartáveis, abrangendo também aspectos tecnológicos.

Na questão 5, todos os estudantes citaram que o plástico vem do petróleo, o que demonstra uma compressão sólida e unânime de que o plástico vem do petróleo.

A análise das respostas dos estudantes à pergunta "Quais características você pode citar que estão presentes no material plástico?" (Quadro 29) revela uma variedade de compreensões sobre as propriedades dos plásticos.

Quadro 29 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 6 do questionário.

Estudantes	Respostas dos Estudantes
E1	*“É duradouro e flexível”*
E2	*“Maleável e duradouro”*
E3	*“Durabilidade, resistência, versatilidade”*
E4	*“Durabilidade, versatilidade”*
E5	*“Maleável e muitos não são biodegradáveis”*
E6	*“Substâncias”*
E7	*“É maleável, duradouro, etc.”*
E8	*“Substâncias tóxicas”*
E9	*“Versátil, duradouro”*
E10	*“Borracha”*

E11	*“Duradouro, maleável”*
E12	*“Durabilidade, resistência, versatilidade”*
E13	Não respondida pelo estudante!
E14	*“Petróleo”*

Fonte: A autora, 2024.

Alguns estudantes (E1, E2, E3, E4, E5, E7, E9, E11 e E12) indicaram um entendimento sólido sobre as características dos plásticos, como durabilidade, maleabilidade, resistência e versatilidade. A menção de que muitos plásticos não são biodegradáveis (E5) demonstra uma percepção dos impactos ambientais associados aos plásticos (Cangemi; Santos; Claro Neto, 2005).

Os E8 e E10, demonstraram respostas parcialmente satisfatórias, mas incompletas. O E8 mencionou a presença de substâncias tóxicas, o que pode ser verdade para alguns tipos de plásticos, mas não é uma característica geral de todos os plásticos. O E10 mencionou "borracha," que é um tipo específico de polímero, mas não caracteriza o material plástico de forma ampla.

Já as respostas dos E6 e E14 são não satisfatórias ou imprecisas. A resposta do E6 é vaga e não especifica características dos plásticos. A resposta do E14, "Petróleo," refere-se à origem de muitos plásticos, mas não é uma característica do material plástico em si.

As respostas indicam uma compreensão inicial das propriedades dos plásticos e algumas percepções sobre suas implicações ambientais. A menção da durabilidade, resistência e versatilidade (E3, E4 e E12) mostra que os estudantes reconhecem as vantagens práticas dos plásticos, que contribuem para sua ampla utilização em diversas aplicações.

A percepção de que muitos plásticos não são biodegradáveis (E5) e a menção de substâncias tóxicas (E8) refletem uma consciência dos problemas ambientais e de saúde associados ao uso e descarte de plásticos. Essas respostas sugerem que os estudantes têm uma compreensão básica das questões ambientais relacionadas aos plásticos, o que pode ser um ponto de partida para discussões mais profundas durante o desenvolvimento da sequência didática proposta nesta pesquisa.

No geral, a sondagem inicial destaca a necessidade de aprofundar o ensino

sobre as propriedades dos plásticos e seus impactos ambientais.

A análise das respostas dos estudantes à pergunta "Como os plásticos são descartados na sua residência?" (Quadro 30) revela diferentes práticas de descarte de plásticos, variando desde o descarte inadequado até formas mais organizadas e conscientes.

Quadro 30 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 7 do questionário.

Estudantes	Respostas dos Estudantes
E1	*"Juntamente com os outros lixos"*
E2	*"No lixo"*
E3	*"São descartados de maneira única, sem separação dos demais itens"*
E4	*"De maneira organizada, tudo no seu devido lugar"*
E5	*"São separados e descartados da forma correta"*
E6	*"Eu não faço descarte de plásticos"*
E7	*"Tudo junto"*
E8	*"No lixo"*
E9	*"De forma organizada, tudo no seu devido lugar"*
E10	*"Sendo jogado no lixo"*
E11	*"No lixo separado para plástico"*
E12	*"São descartados de forma única, sem separação"*
E13	Não respondida pelo estudante!
E14	*"De forma errada"*

Fonte: A autora, 2024.

Destacamos, primeiramente, as respostas que indicam descartes incorreto ou inadequado, como mencionado pelos E1, E2, E3, E7, E8, E10, E12 e E14. Essas respostas indicam que uma parte significativa dos estudantes descarta plásticos de forma inadequada, misturando-os com outros tipos de resíduos sem realizar a separação necessária para a reciclagem. A falta de separação dificulta o processo de reciclagem e aumenta os impactos ambientais negativos associados ao descarte de plásticos (Gouveia, 2012). É possível observar também as respostas que indicam o descarte correto ou mais consciente, como nas mencionadas pelos E4, E5, E9 e E11. Essas respostas sugerem que alguns estudantes praticam o descarte organizado e consciente de plásticos, separando-

os dos outros tipos de resíduos. Essa prática é essencial para facilitar a reciclagem e minimizar os impactosambientais. Já a resposta do E6 indica uma possível falta de participação nas práticas de descarte de resíduos na residência, o que pode refletir uma falta de conhecimento ou conscientização sobre a importância do descarte correto de plásticos.

As respostas mostram uma mistura de práticas de descarte, com algumas famílias demonstrando um entendimento e prática corretos do descarte de plásticos, enquanto outras ainda descartam plásticos de maneira inadequada. Isso indica uma necessidade de educação e conscientização sobre a importância da separação dos resíduos e o impacto ambiental do descarte inadequado de plásticos. Neste caso, a abordagem CTS pode ser crucial aqui para ajudar os estudantes a entenderem a relação entre as práticas de descarte de resíduos e os impactos ambientais. Promover discussões sobre os benefícios da reciclagem, os problemas causados pelo descarte inadequado e as possíveis soluções pode ajudar a aumentar a conscientização e incentivar práticas mais sustentáveis.

Em relação às respostas dos estudantes à pergunta "Quais as contribuições que o plástico trouxe para a sociedade ao longo dos anos?" (Quadro 31) mostra uma compreensão variada das vantagens que os plásticos proporcionaram à sociedade. As respostas refletem tanto as contribuições econômicas quanto as práticas, e há sinais de compreensão das implicações sociais e tecnológicas, alinhando-se com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Quadro 31 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 8 do questionário.

Estudantes	***Respostas dos Estudantes***
E1	*"A possibilidade de vários materiais"*
E2	*"As fábricas de plásticos ajudaram a sociedade a empregar pessoas"*
E3	*"Produção em massa de novos produtos, tendo em vista que uma grande parcela de produtos é com plásticos"*
E4	*"Geração de empregos com produtos"*
E5	*"A criação de muitos produtos que facilitam à vida da sociedade"*
E6	*"Melhorias"*
E7	*"A construção de vários produtos necessários"*
E8	*"Praticidade e utilidade nas tarefas e utensílios do dia a dia"*
E9	*"Novos produtos plásticos gera emprego nas empresas"*

E10	*“Resistente, inerte e leve, o plástico oferece muitos benefícios para as empresas, consumidores e outros elos da sociedade”*
E11	*“Novos produtos plásticos gera empregos nas empresas”*
E12	*“Produção em grande escala de novos produtos e oportunidades para maior acessibilidade”*
E13	Não respondida pelo estudante!
E14	*“Muitas utilidades em certas áreas do cotidiano”*

Fonte: A autora, 2024.

As repostas dos E1, E3, E5, E7, E8, E12 e E14, demonstram uma compreensão clara de como o plástico contribuiu para a criação de uma variedade de produtos que facilitam a vida cotidiana, oferecendo praticidade e utilidade em diversas tarefas e áreas. A produção em massa e a acessibilidade de produtos plásticos são percebidas como importantes benefícios. Já as respostas dos E2, E4, E9 e E11 ressaltam o impacto econômico positivo dos plásticos, particularmente na geração de empregos e na criação de oportunidades de trabalho em fábricas e empresas que produzem produtos plásticos. Isso mostra uma compreensão das contribuiçõessociais e econômicas dos plásticos.

A resposta do Estudante 10 é mais técnica, destacando as propriedades físicas dos plásticos que os tornam valiosos: resistência, inércia química e leveza. Esses atributos explicam por que os plásticos são amplamente utilizados em várias indústrias e produtos. Já os E6 e E13 trazem respostas vagas e não fornecem informações específicas sobre as contribuições dos plásticos, indicando uma compreensão menos desenvolvida ou dificuldade em articular os benefícios específicos.

As respostas dos estudantes mostram que muitos reconhecem tanto as contribuições econômicas quanto as práticas dos plásticos. A criação de empregos e a facilitação de tarefas cotidianas são aspectos importantes destacados. Há também um entendimento das propriedades físicas que tornam os plásticos valiosos em diversas aplicações. No entanto, as respostas vagas ou incompletas indicam uma área onde o conhecimento pode ser aprofundado.

Para uma abordagem CTS, seria importante também discutir os desafios e impactos negativos dos plásticos, como poluição ambiental e problemas de saúde relacionados à produção e descarte inadequado. Isso ajudaria os estudantes a desenvolverem uma visão mais crítica e equilibrada sobre os plásticos, compreendendo tanto seus benefícios quanto seus impactos negativos, e a

importância de práticas sustentáveis no uso e descarte de plásticos.

A análise das respostas dos estudantes à pergunta "Quais os malefícios que o plástico trouxe para a sociedade e o meio ambiente ao longo dos anos?" (Quadro 32) revela uma compreensão geral dos impactos negativos dos plásticos, especialmente em relação à poluição e aos danos ambientais.

Quadro 32 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 9 do questionário

Estudantes	Respostas dos Estudantes
E1	*"Dos animais marinhos e também o descarte incorreto poluindo o solo"*
E2	*"Poluição"*
E3	*"Poluição dos rios e mares"*
E4	*"O aumento da poluição"*
E5	*"A poluição do solo e da água, prejudicando a vida terrestre e marinha"*
E6	*"Poluição, morte de animais, desmatamento"*
E7	*"Não respondida pelo estudante"*
E8	*"Poluição"*
E9	*"Poluição, descarte incorreto"*
E10	*"Proliferam-se os lixões a céu aberto, contaminando a água dos rios e lençóis freáticos, o que compromete a nossa saúde"*
E11	*"Poluição"*
E12	*"Aumento da poluição nos mares, devido à grande extração desse recurso"*
E13	Não respondidas pelo estudante!
E14	*"Poluição"*

Fonte: A autora, 2024.

As respostas que destacam a poluição (E2, E3, E4, E8, E11 e E14), identificam corretamente a poluição como um dos principais malefícios dos plásticos, mas são bastante genéricas e não especificam os tipos de poluição ou seus efeitos específicos.

Os estudantes 1, 5, 6, 9, 10, destacam os impactos específicos no meio ambiente. Estas respostas são mais detalhadas e abordam os impactos específicos dos plásticos no meio ambiente, como a poluição do solo e da água, danos à vida marinha, e a contaminação de recursos hídricos. A resposta do E6

também menciona desmatamento, que pode estar indiretamente relacionado à produção de plásticos e expansão de aterros sanitários.

As respostas dos estudantes mostram que a maioria tem uma noção básica dos malefícios dos plásticos, especialmente em termos de poluição. Há um reconhecimento claro de que o descarte inadequado dos plásticos é prejudicial para o meio ambiente, afetando tanto os ecossistemas terrestres quanto marinhos. A compreensão dos impactos na saúde humana, como mencionado pelo E10, também é relevante e aponta para uma visão mais ampla das consequências dos plásticos.

Em relação às respostas dos estudantes à pergunta "Quais relações você identifica entreo descarte de materiais plásticos e os problemas de alagamentos no município de Vitória de Santo Antão no período das chuvas?" (Quadro 33) revela uma compreensão geral das interações entre o descarte inadequado de plásticos e os problemas de alagamentos durante o período de chuvas.

Quadro 33 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 10 do questionário

Estudantes	***Respostas dos Estudantes***
E1	*"O descarte incorreto"*
E2	*"O descarte incorreto desses materiais que entope os esgotos"*
E3	*"O descarte, em sua grande maioria, são frutos da maneira errada, fazendo com que os rios vão entupindo, tendo em vista que os plásticos demoram muito tempo para se decompor"*
E4	*"Os plásticos descartados de forma errada pode entupir os bueiros, canais, assim ocorrendo os alagamentos"*
E5	*"Muitos materiais plásticos são descartados de forma incorreta e acabam caindo em bueiros e entupindo, causando alagamentos"*
E6	*"Eles são descartados de maneira incorreta"*
E 7	*"O descarte de lixo em lugares errados"*
E8	*"Descarte indevido e exagerado de plásticos em locais inapropriados como esgotos, rios e ruas"*
E9	*"Fazendo o descarte errado, pois causam diversos problemas para a sociedade"*
E10	*"Ficam jogando lixo nas ruas por isso entopem os bueiros"*
E11	*"Descarte incorreto"*
E12	*"O descarte incorreto ocasiona problemas no saneamento, com a interrupção das vias deescoamento. Isso resulta nas enchentes e alagamento"*
E13	Não respondida pelo estudante!
E14	*"Descarte irregular"*

Fonte: A autora, 2024.

As respostas destacam principalmente o entupimento de sistemas de drenagem devido ao descarte inadequado de plásticos, indicando um entendimento dos impactos ambientais e sociais associados ao descarte irresponsável de resíduos.

Os E2, E3, E4, E5, E8, E9, E10 e E12, identificaram corretamente que o descarte inadequado de materiais plásticos, especialmente em locais como bueiros e esgotos, pode obstruir o sistema de drenagem, contribuindo para alagamentos durante o período de chuvas. Em contrapartida, os E1, E6, E7, E11 e E14 são mais genéricas e não especificam como o descarte incorreto de plásticos está diretamente relacionado aos problemas de alagamentos durante as chuvas.

Em linhas gerais, os estudantes demonstraram uma compreensão básica das interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Eles reconhecem os problemas sociais e ambientais causados pelo descarte inadequado de plásticos, evidenciando uma consciência dos impactos negativos das atividades humanas no meio ambiente e na qualidade de vida das comunidades locais. A análise CTS poderia ser ampliada ao discutir as causas subjacentes do descarte inadequado de resíduos, como hábitos de consumo, infraestrutura urbana e políticas públicas. Isso ajudaria os estudantes a desenvolverem uma compreensão mais abrangente das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, incentivando uma abordagem mais crítica e reflexiva para a resolução de problemas ambientais.

Além disso, uma abordagem CTS mais aprofundada poderia envolver a discussão sobre soluções sustentáveis para lidar com o problema do descarte inadequado de plásticos e seus efeitos associados. Isso pode incluir a educação pública sobre a importância da reciclagem, o desenvolvimento de infraestrutura de reciclagem mais acessível e eficiente, políticas de gestão de resíduos mais abrangentes e a promoção de alternativas aos plásticos de uso único.

Observando o Quadro 34, é possível perceber que as respostas dos estudantes à pergunta "Quais ações poderiam ser desenvolvidas ou implementadas para minimizar a relação entre plásticos e alagamentos?" revelam uma variedade de sugestões que demonstram uma compreensão dos diferentes aspectos envolvidos na mitigação dos impactos dos plásticos nos alagamentos.

Quadro 34 - Respostas dos Estudantes à Pergunta 11 do questionário

Estudantes	Respostas dos Estudantes
E1	*"A conscientização da sociedade para o descarte correto; a reciclagem"*
E2	*"Palestras para a conscientização da população"*
E3	*"Palestras de conscientização da sociedade em relação ao descarte errado dos plásticos; um melhor saneamento básico"*
E4	*"A conscientização das pessoas"*
E5	*"Uma maior conscientização da população sobre o descarte correto do plástico, além de uma participação da administração pública, limpando a cidade e os bueiros"*
E6	*"Reciclando o plástico"*
E7	*"Cesto de lixo em ruas e a população não jogar lixo nas vias pública"*
E8	*"A criação de plásticos biodegradáveis, fim da produção em massa e do descarte inadequado doplástico. As grandes indústrias e o sistema são os culpados"*
E9	*"Conscientizar as pessoas sobre doenças que podem causar"*
E10	*"Sendo jogados no lixo corretamente"*
E11	*"Palestras para a conscientizar as pessoas a jogar o lixo no lixo"*
E12	*"Um maior programa de conscientização sobre o descarte incorreto e uma ampla ação da prefeitura para restauração das vias de escoamento"*
E13	Não respondida pelo estudante!
E14	*"Conscientização, cestas de lixo indicadas, palestras, etc."*

Fonte: A autora, 2024.

As respostas refletem tanto medidas individuais quanto coletivas, indicando uma conscientização sobre a responsabilidade compartilhada na resolução desse problema.

Alguns estudantes (E1, E 3, E 5, E 8 e E12) sugerem a implementação de medidas de conscientização pública, como palestras e campanhas educativas, bem como ações práticas, como a melhoria da infraestrutura de saneamento básico e a limpeza dos sistemas de drenagem. Os E2, E6, E7, E10 e E11 trouxeram abordaram aspectos importantes, como a reciclagem e a conscientização pública, mas podem não abordar totalmente a complexidade do problema ou sugerir soluções práticas para a infraestrutura urbana.

As respostas dos estudantes refletem uma compreensão das interações entre ciência, tecnologia e sociedade na questão do descarte de plásticos e alagamentos. Eles reconhecem a importância da conscientização pública, a implementação de políticas e ações governamentais, bem como a responsabilidade individual na

resolução do problema. A sugestão de desenvolvimento de plásticos biodegradáveis também demonstra uma reflexão sobre a tecnologia e sua relação com os impactos ambientais.

No entanto, uma abordagem mais aprofundada poderia envolver discussões sobre as causas subjacentes do descarte inadequado de plásticos, como hábitos de consumo e políticas de produção, bem como soluções inovadoras, como a implementação de infraestrutura de reciclagem mais acessível e o desenvolvimento de alternativas aos plásticos de uso único. Ao considerar esses aspectos, os estudantes podem desenvolver uma compreensão mais crítica das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, capacitando-os a se tornarem agentes de mudança em suas comunidades.

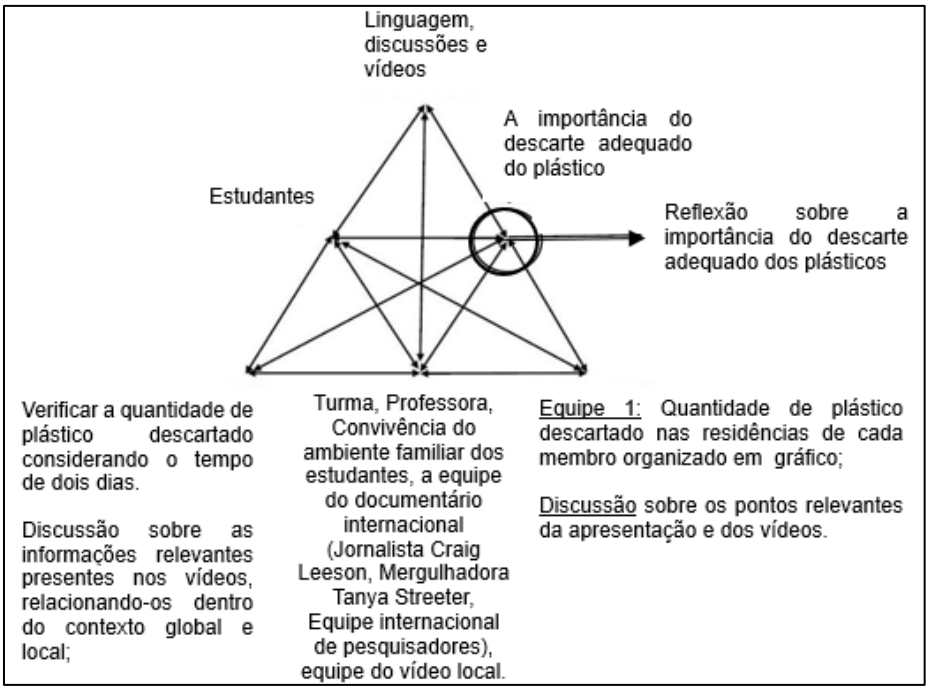
Esse levantamento inicial, através desse questionário, possibilitou um mapeamento das experiências sociais dos estudantes relacionadas à temática, bem como das concepções deles sobre os conceitos científicos e as tecnologias envolvidas. As análises das respostas dos estudantes fornecem retornos sobre a compreensão inicial dos alunos sobre a temática dos polímeros e o descarte de lixo, bem como possíveis sinais de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Os alunos demonstraram uma compreensão geral dos conceitos relacionados aos polímeros, identificando satisfatoriamente sua presença em uma variedade de objetos cotidianos. No entanto, algumas respostas revelaram confusão ou falta de conhecimento sobre a definição precisa de polímeros. As análises destacam a importância de abordar a temática dos polímeros e o descarte de lixo de forma interdisciplinar, considerando não apenas os aspectos científicos, mas também os impactos sociais, econômicos, tecnológicos e ambientais, preparando os alunos para uma participação crítica e informada na sociedade contemporânea.

6.2 ANÁLISE DAS ATIVIDADES COM VÍDEOS E DISCUSSÕES - 2º MOMENTO

Como mencionado no capítulo anterior, o momento 2 da sequência didática (SD) foi desenvolvida tendo como objetivo uma reflexão sobre a importância do descarte adequado do plástico. Para isso, foram utilizados alguns artefatos, com base no sistema de atividades proposta por Engeström, na mediação entre os estudantes e o objeto de estudo, como pode ser observado na Figura 16.

Figura 16 - 2º momento da SD



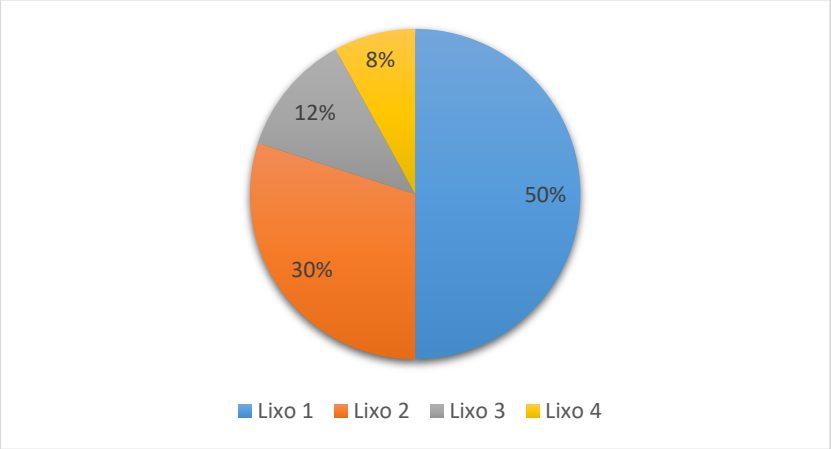
Fonte: A autora, 2024.

Ainda de acordo com a Figura 17, uma das atividades consistiu em verificar a quantidade de plástico descartado considerando o tempo de dois dias. Para esta tarefa, a equipe 1 foi escolhida para, posteriormente, apresentar os dados desse levantamento. O levantamento foi realizado por cada membro da equipe do descarte de plásticos em suas respectivas residências. Os dados estão apresentados no Gráfico 3.

Conforme relatado pelos estudantes, o lixo 1 refere-se aos materiais plásticos provenientes de lanches, como biscoitos e salgadinhos. O lixo 2 abrange outros tipos de resíduos plásticos alimentares que não se enquadram na categoria de lanches. O lixo 3 relaciona-se aos resíduos gerais, enquanto o lixo 4 refere-se aos itens de higiene pessoal.

Os dados coletados do Gráfico 3, sobre os tipos e a quantidade de resíduos plásticos, forneceu um contexto real e atual, o que colaborou para a promoção de uma discussão construtiva entre os estudantes. Mediado pela professora, os alunos foram instigados a refletir sobre o quantitativo de plásticos produzidos, considerando o quantitativo de famílias referente ao número de estudantes matriculados na escola.

Gráfico 3 - Levantamento realizado pela equipe 1



Fonte: A autora, 2024.

O relato discursivo dessa abordagem pode ser observado no Quadro 35.

Quadro 35 - Trecho da transcrição do Episódio 1 - discussão da apresentação da Equipe 1.

Turnos	Sujeitos	Falas nas interações discursivas
1	P	Porque vejam, 80% é só plástico né?
2	P	Aí vejam só, [ruídos de conversas] bora lá. Isso é referente a cinco famílias, cinco residências. Se desse quantitativo, cada família de vocês [aqui da sala] fosse fazer esse descarte e a gente juntasse tudo, é muito plástico ou pouco plástico?
3	Alunos	Muito! Muito! Muito
4	P	Isso de uma sala de aula apenas, né?
5	E13	É professora.
6	P	Se a gente contabilizasse a quantidade de estudantes aqui só nesta escola, são quatrocentos e oitenta estudantes.
7	P	Então vejam que em um prazo de dois dias, olha o quantitativo de plástico que é descartado no lixo.
8	E13	Ô professora, mas aí também a gente faltou colocar aí quais desses plásticos são descartáveis e quais podem ser reutilizados, né?
9	P	Certo, é verdade. Aqui é só um quantitativo.

Fonte: A autora, 2024.

Em relação ao turno 8, referente à fala do E13, percebemos que ele expressou uma preocupação que consideramos importante que foi relacionado ao questionamento sobre a separação dos materiais plásticos entre descartáveis e reutilizáveis a partir da interação realizada pela professora.

Essa investigação inicial sobre os resíduos plásticos bem como a discussão dos respectivos resultados serviu como uma base prática e relevante para a continuação do desenvolvimento da sequência didática. Ao entenderem a origem e a composição dos resíduos plásticos em seu ambiente, eles poderiam desenvolver

habilidades mais críticas para compreender sobre o impacto dos plásticos na escola e em outros ambientes, como exemplo, nos oceanos, temática abordada logo em seguida.

Dando continuidade à aula, foi apresentado o primeiro vídeo referente ao documentário sobre o plástico nos oceanos, uma Produção da Plastic Oceans Foundation, com duração de 20 minutos. Em seguida, foi apresentado o segundo vídeo relacionado ao contexto do Rio Tapacurá do município de Vitória de Santo Antão-PE.

Inserir a abordagem CTS no ensino requer trabalhar os conteúdos de forma contextualizada, enfatizando problemas reais possibilita uma aprendizagem mais ampla e crítica, como afirma Silva e Marcondes (2014):

> enfatizar situações problemáticas reais, de forma crítica, que possibilitem ao aluno desenvolver competências e habilidades específicas como analisar dados, informações, argumentar, avaliar e tomar decisões a respeito da situação (Silva; Marcondes, 2014, p. 16).

Após as apresentações, iniciamos a discussão partindo do que mais chamou a atenção dos estudantes. Nesse sentido, selecionamos alguns trechos que acreditamos ser os mais relevantes para as análises em questão (Quadro 36).

Quadro 36 - Episódio 2.1 - Discussão sobre o primeiro vídeo.

Turnos	Sujeitos	Falas nas interações discursivas
1	P	O plástico, ele se degrada?
2	Alunos	Não
3	P	Com o tempo?
4	E2	Se degradar? Degrada. Agora o tempo que vai levar é outra história, né.
5	P	Mas esse degradar, seria sumir?
6	Alunos	Não, não, não
7	E 2	Querendo ou não vai ficar umas partículas lá.
	P	Então essa ideia de degradação, ela é 100%?
8	Alunos	Não.
9	P	Então o que que a gente pode observar, quando esse plástico chega no oceano, os raios ultravioletas, as ondas do mar se movimentando, vai fazer com que esse plástico comece a se partir em minúsculos pedaços, em microplástico. E aí na cadeia alimentar o que é que isso repercute?
10	E 12	Repercute na ingestão dos alimentos pelos animais que estão ali no oceano, que esse microplástico são confundidos como alimento, que aí como tem a cadeia alimentar, eles vão passando e acabam chegando até nós.
11	P	Existe inclusive uma pesquisa que já foi encontrado microplástico em sangue humano.

Fonte: A autora, 2024.

A professora/pesquisadora iniciou o diálogo levantando perguntas referentes às informações contidas nos vídeos. Nos turnos de 1 a 8, além de explorar as ideias

dos estudantes referentes ao processo de degradação do plástico, a professora/pesquisadora buscou instigar uma reflexão sobre tal processo, levando a compreensão de que a degradação do plástico não ocorre totalmente, mas que as partículas menores permanecerão no ambiente, como pode ser evidenciado no turno 7 com a resposta do E2.

No turno 9 a professora explica o processo que ocorre com o plástico quando este se encontra no mar, reforçando a partir do conhecimento científico a transformação do material plástico em partículas.

Na intenção de verificar o nível de compreensão e conhecimento dos estudantes em relação às possíveis implicações no meio ambiente, considerando a cadeia alimentar marinha, a professora/pesquisadora levanta o questionamento presente no turno 9. Como resposta, o E12 apresentou de forma bem articulada as implicações da presença de microplástico nos oceanos, sendo confundidos como alimentos prejudicando toda uma cadeia alimentar, inclusive chegando a afetar a saúde humana. Nesse discurso apresentado pelo E 12, podemos inferir a categoria **(1R) Reconhecimento** presente no Quadro 5, uma vez que o estudante enfatiza o problema relacionado a CT.

Para enfatizar a resposta apresentada no turno 10 e a certo modo intensificar a promoção de uma maior reflexão acerca do que estava sendo discutido, a professora/pesquisadora trouxe na sua fala a menção de pesquisas realizadas que apresentam como resultado a presenta de microplásticos em sangue humano (turno 11). Acreditamos que tal informação poderia ter sido mais aprofundada em vez de ter sido apenas mencionada, mas entendemos que, possivelmente, foi um dado apresentado a partir da resposta do E 12, na intenção de confirmar a resposta do estudante de forma enfática.

Continuando com a análise das interações dos estudantes e a professora em relação ao vídeo, o Quadro 38 apresenta outro trecho relevante o qual foi selecionado para a presente discussão.

Quadro 37 - Episódio 2.2 - Discussão sobre o primeiro vídeo.

Turnos	Sujeitos	Falas nas interações discursivas
39	P	Quando o plástico foi criado em 1950, ele foi vendido como? Como é que ele foi vendido, qual foi o marketing para a venda do plástico, que foi falado no vídeo?
40	E 11	Sei não.

41	P	Qual foi a propaganda de divulgação do plástico?
42	E4	Descartável
43	P	Do uso, para incentivar as pessoas a usarem o plástico. Qual foi o marketing utilizado?
44	E6	Durável, descartável
45	P	Descartável, com durabilidade, né? Ele é bom porque dura. [som de conversas]. Se você compra uma vasilha de plástico vai durar vários e vários anos ali até que ela resseque, né, e aí a gente joga fora.
46	P	E aí foi vendida a ideia, de que o plástico ele era bom porque era descartável
47	P	Eu posso usar e jogar fora
48	P	Mas existe esse fora?
49	P	Esse fora existe?
50	E13	O fora é aqui também.
51	P	Na verdade, o fora é dentro. Porque se eu pego esse plástico e descarto em um outro ambiente, eu só estou mudando o lixo de lugar, mas ele permanece no ambiente.
52	P	Então essa ideia de fora, não existe, na verdade, né?
53	P	O que é que precisa se fazer para tentar modificar a situação?
54	E14	Queima o plástico
55	P	Queimar o plástico?
56	Alunos	Eita (frase não compreendida)
57	P	E aí, o que é que seria?
58	E13	O certo é pegar tudo e jogar na direção do sol
59	P	Jogar na direção do sol? Por quê?
60	E13	Porque aí o problema é do universo, não é mais problema da Terra, é do universo
61	P	E a Terra não está dentro do universo não?
62	E13	Mas aí o problema é do universo. O universo é maior
63	P	É?
64	E13	Depois a gente vê o que é que dá. Ou senão pega tudinho e joga diretamente no espaço, deixa tudo lá.
65	E2	Não, aí você vai pegar um problema e transformar [psiu] em outro

		problema
66	P	Um por vez minha gente, um por vez
67	E2	Você vai pegar um problema que está aqui e transformar em outro problema que é lixo espacial.
68	P	Exatamente.

Fonte: A autora, 2024.

No turno 44, o E6 menciona duas características referentes ao plástico: durável e descartável. Essa fala traz uma contradição primária inerente ao uso do plástico. Em relação à durabilidade, a fala do estudante pode ser entendida como algo resistente e que pode durar muitos anos sem se deteriorar, tornando o material útil para inúmeras aplicações. Já quando o estudante menciona o descarte, traz a ideia de materiais de uso único, o que são rapidamente jogados fora após o seu uso. Na teoria da atividade proposta por Engeström (1987), essa contradição pode ser entendida como um conflito interno que é visto como um potencial motor de desenvolvimento, onde dialoga com as características físicas (durabilidade) com o uso social e econômico do plástico (descarte).

Outra fala que podemos destacar é a do E14, no turno 54, em que o mesmo traz como possível solução sobre o problema do aumento do acúmulo de plásticos a sua queima. Apesar da discussão não ter sido direcionada por um caminho mais científico, podemos observar um grande potencial para promover uma discussão dos processos que poderiam ser observados na queima do plástico bem como suas consequências. A queima de plásticos envolve processos químicos como a combustão. Essa combustão geralmente envolve a decomposição térmica de polímeros. Além disso, a queima de plásticos pode liberar gases tóxicos no ambiente, o que pode causar problemas de saúde. A proposta feita pelo E14, tem um potencial de promover uma rica contribuição dentro do âmbito CTS, que pode ser explorada para promover uma compreensão mais ampla e crítica das implicações tecnológicas e sócias das decisões científicas (Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2007).

Também destacamos do E13 ao propor, como solução para o problema do lixo, de enviar para o espaço. Essa proposta pode ser vista como um reflexo de tensões e contradições citadas por Engeström (1987). A ideia de uma solução aparentemente fácil (enviar o lixo para o espaço) se contradiz com a realidade das limitações tecnológicas para esta finalidade além do alto custo. Com relação às possíveis relações CTS, a sugestão demonstra uma falta de compreensão das

limitações científicas, o que revela uma oportunidade educacional para abordar os princípios físicos e de engenharia espacial. No aspecto social, também observamos potenciais indicadores para a promoção do pensamento crítico e reflexivo ao observar o comentário do E2, turno 67 que diz que enviar o lixo para o espaço não resolveria o problema, mas apenas mudaria o seu local, que pegaria um problema que está aqui e transformar em outro problema que é o lixo espacial.

A atividade desenvolvida nessa etapa, aqui definida como momento 2, revelou-se uma oportunidade educacional rica e significativa para os estudantes na compreensão de temas contemporâneos e relevantes como a gestão de resíduos plásticos. Ao discutir soluções como a queima de plásticos e a proposta de enviar lixo para o espaço, os estudantes foram incentivados a considerar as implicações científicas, tecnológicas e sociais de suas ideias, promovendo o pensamento crítico e reflexivo.

Trazendo um olhar para Teoria da Atividade, entendemos que uma atividade humana não é estática, mas permanece em constante movimento, transformando os instrumentos, além de incorporar inovações. Considerando que estudantes estão inseridos dentro de um contexto e uma comunidade, nesse sistema há a presença de possíveis perturbações, impasses e até mesmo contradições que contribuem no desenvolvimento de novas atividades, sofrendo modificações (Quevedo, 2005). Tecendo um olhar sobre as contradições primárias e entendendo que elas contribuem para um movimento contínuo de internalização e externalização, de acordo com Engeström (1987),

> A essência da atividade de aprendizagem é a produção de estruturas de atividade objetiva e socialmente novas (incluindo novos objetos, instrumentos etc.) a partir de ações que manifestam as contradições internas da forma anterior da atividade em questão. A atividade de aprendizagem é o domínio da expansão das ações para uma nova atividade. Enquanto a frequência escolar tradicional é essencialmente uma atividade de produção de disciplinas e a ciência tradicional é essencialmente uma atividade de produção de instrumentos, a atividade de aprendizagem é uma atividade produtora de atividades (ENGESTRÖM, 1987, p. 124-125, tradução nossa[10]).

[10] The essence of learning activity is production of objectively, societally new activity structures (including new objects, instruments etc.) out of actions manifesting the inner contradictions of the preceding form of the activity I question. Learning activity is mastery of expansion from actions to a new activity. While traditional school-going is essentially an instrument-producing activity, learning activity is an activity-producing activity (ENGESTRÖM, 1987, p. 124-125).

Em relação às ferramentas utilizadas nesta atividade, foi possível perceber a contradição primária entre a apresentação passiva dos vídeos e a necessidade de uma interação mais ativa e crítica dos estudantes. Embora “os vídeos forneceram informações ricas, mas a falta de atividades interativas limitou a profundidade da reflexão dos estudantes”, mesmo tendo a professora instigando maior interação entre os estudantes.

Considerando o objeto desta atividade como o descarte adequado do plástico, percebemos que a contradição esteve presente entre a percepção inicial dos estudantes sobre o impacto local dos plásticos e a realidade apresentada nos vídeos por desafiar as concepções iniciais dos estudantes sobre os impactos ambientais dos plásticos.

Na divisão de trabalho, tendo o papel da professora como principal mediadora e os demais estudantes, a contradição esteve presente na necessidade de maior envolvimento dos estudantes na mediação das discussões sobre a apresentação da equipe 1 e as informações presentes nos vídeos. Embora a professora tenha conduzido as discussões, instigando a participação dos estudantes, um maior envolvimento poderia ter enriquecido mais o debate.

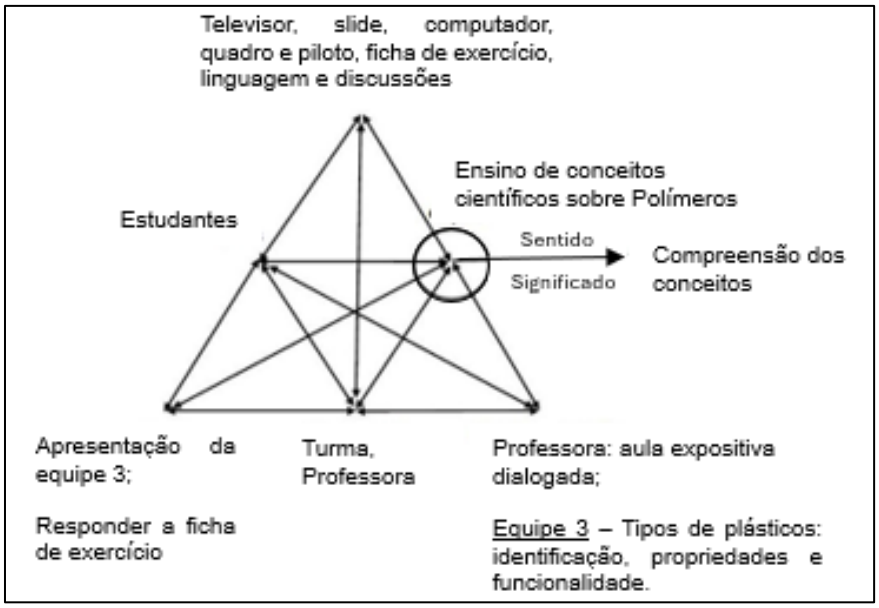
Nesta atividade a comunidade foi formada por vários sujeitos, a professora, os estudantes, as equipes de produção dos vídeos e o contexto familiar da equipe 1. Mesmo havendo interações entre alguns estudantes e a professora, percebemos a necessidade do envolvimento dos demais atores sociais da comunidade para uma discussão mais abrangente, proporcionando uma perspectiva mais rica e diversificada durante as discussões na aula.

Em relação às regras, as contradições primárias foram percebidas entre as regras estabelecidas para a atividade, que consistiu em assistir aos vídeos e discutir as principais informações abordadas e a necessidade de normas que incentivassem a análise crítica e a interação ativa entre os estudantes.

6.3 ANÁLISE DA AULA EXPOSITIVA DIALOGADA - 3º MOMENTO

Este momento foi destinado ao ensino de conceitos científicos sobre Polímeros a partir de uma aula expositiva dialogada com os estudantes, em que foi abordado sobre o conhecimento científico dos Polímeros, conforme Figura 11 (p. 94) no item 5.4.1, referente ao detalhamento da SD.

Figura 11. 3º momento da atividade.



Fonte: A autora, 2024.

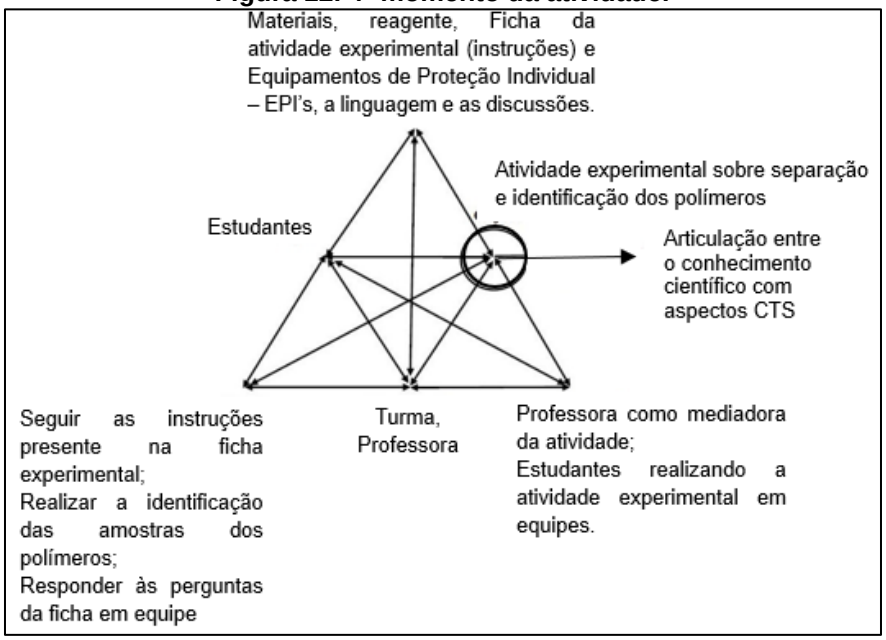
Salientamos a importância deste momento principalmente em relação à aprendizagem de conceitos sobre polímeros e que se torna a base para o desenvolvimento das próximas ações. No entanto, ressaltamos que a análise deste momento foi realizada nas atividades seguintes à medida que eles estabeleceram as interações, discussões e o desenvolvimento das propostas das soluções, em que foi possível perceber as relações entre os conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais

6.4 ANÁLISE DA ATIVIDADE EXPERIMETNAL - 4º MOMENTO

Neste momento ocorreu a realização de uma atividade experimental (Figura 12, p. 95) no laboratório de química da escola. Vale salientar que, embora esta atividade experimental tenha sido estruturada numa ficha em que os estudantes tiveram que escrever suas observações e responder a algumas perguntas, remetendo a um relatório, típico de uma atividade experimental tradicional, os papéis da professora/pesquisadora e dos estudantes superam o tradicionalismo. A professora/pesquisadora mediou a atividade, orientando e instigando os estudantes no momento das ações. A ficha foi estruturada com informações como objetivo da atividade, ações e operações a serem realizadas, os instrumentos disponíveis para uso e consulta e as condições necessárias para que os estudantes teriam para o

desenvolvimento do experimento. As perguntas foram referentes às percepções que eles tiveram em relação à atividade experimental e as discussões nas aulas anteriores.

Figura 12. 4º momento da atividade.



Fonte: A autora, 2024.

Os estudantes receberam a ficha experimental com todas as informações necessárias para a realização da atividade, bem como todos os materiais e reagentes para utilização, como pode ser observado nas Figuras 17.

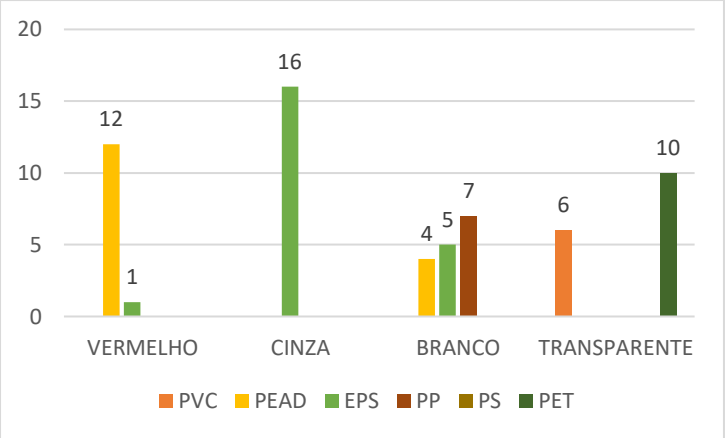
Figura 177. Materiais e reagentes disponibilizados.

Fonte: A autora, 2024.

O objetivo desta atividade experimental foi identificar amostras desconhecidas de polímeros utilizados no cotidiano a partir de uma variedade de amostras líquidas com densidades conhecidas, conforme conta no Apêndice B. Observando a ficha experimental, percebemos que a atividade experimental proposta não exigiu etapas longas nem o uso de equipamentos complexos que pudessem inviabilizar a realização do experimento, como sugerem Silva, Machado e Tunes (2011).

Analisando os comportamentos das amostras dos polímeros nos líquidos e fazendo a comparação com o material de referência contendo os símbolos dos polímeros, códigos e as respectivas densidades, obtivemos os resultados presentes no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Identificação das amostras dos polímeros pelos estudantes



Fonte: A autora, 2024.

Dos 16 estudantes que participaram da atividade, 6 acertaram a identificação dos quatro polímeros analisados (vermelho: PEAD; cinza: EPS; branco: PP e transparente: PET), dois estudantes acertaram a identificação de 3 amostras e 8 estudantes acertaram a identificação de duas amostras. Acreditamos que possivelmente os 10 estudantes tiveram dificuldades em identificar algumas amostras pelo fato de alguns polímeros terem a densidade com valores muito próximos ou pela falta de maior compreensão sobre o conceito de densidade ou ainda ao correlacionar a densidade conhecida dos líquidos com as possíveis densidades dos polímeros em análise, como pode ser observado nas falas presentes no Quadro 38.

Quadro 38 – Episódio 3.1 Discussão dos estudantes sobre a densidade.

Turnos	E	Falas nas interações discursivas
1	**E 16**	A densidade?
2	**E 15**	É o que? a densidade é o que?
3	**E 14**	Qual o…aproximadamente?
4	**E 15**	É maior ou menor [*a densidade*] se ele flutua?
5	**-**	[Discussões no fundo]

6	**E 14**	Se a densidade é maior ele afunda, se é menor…
7	**E 15**	Tá! então ele a fun… flutuou no seis, se ele flutuou no seis a densidade dele é?
8	**E 14**	Ma… é menor.

Fonte: A autora, 2024.

A análise dos resultados desta etapa da intervenção aponta que os estudantes tiveram dificuldades em compreender e aplicar o conceito de densidade. A discussão registrada no Quadro 39 demonstra incertezas e confusões sobre o comportamento dos polímeros nos líquidos de densidades diferentes. Isso indica a necessidade de reforçar o estudo dos conceitos científicos básicos de densidade e suas propriedades. Pode ser útil incorporar atividades complementares que ajudem os estudantes a distinguirem melhor esses materiais, como aulas de revisão mais detalhada, experimentos adicionais e a utilização da tecnologia como simulações e softwares educativos. Também foi possível perceber que o estudante 14, por ter o conhecimento maior sobre aspectos da densidade, auxiliou na mediação da Zona do Desenvolvimento Proximal (ZDP) do estudante 15 (Vygotsky, 1978), como pode ser observado nos turnos 4, 6, 7 e 8.

Com relação às perguntas presentes na ficha da atividade experimental (Quadro 39)

Quadro 39 - Perguntas da Ficha Experimental (Apêndice B)

Ação 4: Reflexão sobre os aspectos científicos, tecnológicos e sociais.	Operação 1. Responder as questões no final da atividade experimental realizada. a) Por que precisamos conhecer os diferentes tipos de plásticos? b) Os materiais utilizados nesta atividade por serem plásticos/polímeros, apresentam as mesmas propriedades e tempo de degradação? Justifique. c) Qual o tempo de decomposição dos polímeros que vocês identificaram? d) Qual a importância do processo de separação e identificação dos plásticos? e) Qual a importância dos símbolos de reciclagem com o número de identificação e código dos polímeros nas embalagens? f) Quais os impactos sociais e ambientais do descarte inadequado de cada tipo desses polímeros?

Fonte: A autora, 2024.

Ao analisar as respostas dos estudantes presentes no Quadro 41, é possível observar que algumas equipes possuem uma compreensão variada da importância de conhecer os diferentes tipos de plásticos. As equipes 1 e 4, focaram na importância da correta separação e reciclagem dos plásticos, ressaltando a necessidade de conscientização no processo de descarte.

Quadro 40 - Respostas das equipes em relação à Pergunta a

Equipes	Respostas dos Estudantes
1	*Para saber a correta adequação nos processos da reciclagem dos plásticos.*
2	*Para que possa ser feito o devido descarte do plástico, de acordo com as suas necessidades, evitando um problema futuro, por exemplo na reciclagem do plástico.*
2	*Conhecer a adaptação correta no método de reciclagem do plástico*
3	*Conhecer os tipos de plástico é essencial pois cada um tem seu uso específico, reciclabilidade diferente e impactos ambientais variados, assim então é importante conhecer os diversos tipos para conseguir escolher o melhor material para cada tipo de produto e também pra realizar o descarte de uma maneira correta.*
4	*Possuir o mínimo de consciência na separação correta no período de processamento dos resíduos plásticos.*
5	*Precisamos conhecer porque alguns plásticos podem ter uma densidade maior ou menor, para saber se soltar alguma toxina perigosa a saúde, como ele é feito e seus impactos ambientais*
5	*Conhecer os tipos de plástico é essencial pois cada um tem seu uso específico, reciclabilidade diferente e impactos ambientais variados. Conhecer diferentes tipos de plástico ajuda a escolher o tipo de plástico certo, reciclar corretamente, evitar substâncias tóxicas e seguir regulamentações, além de promover a inovação em materiais sustentáveis.*
5	*É importante que conheçamos os diferentes tipos de plástico porque eles são essenciais em nosso cotidiano, visto que cada um tem uma finalidade e um uso específico. Se algo faz parte do nosso dia a dia de forma tão direta, precisamos ter pelo menos o mínimo de conhecimento prévio.*
5	*Entender sobre os tipos de plástico é superimportante porque cada um serve para coisas diferentes, se recicla de maneira diferente e afeta o meio ambiente de jeitos variados. Quando a gente sabe sobre essas diferenças, fica mais fácil escolher o plástico certo para cada coisa, reciclar do jeito certo, evitar produtos químicos ruins e seguir as leis. E também, isso tudo ajuda a incentivar o desenvolvimento de materiais mais amigos do ambiente.*

Fonte: A autora, 2024.

As equipes 2 e 3, destacaram a importância de adaptar o método de reciclagem e escolher o material adequado para diferentes usos, enfatizando a variabilidade dos impactos ambientais. Já a equipe 5, forneceu respostas que cobrem vários aspectos, incluindo a toxicidade, regulamentações e inovação em materiais sustentáveis. Essas respostas demonstram uma consciência sobre os impactos ambientais e sociais dos polímeros e reforça a importância da reciclagem e uso sustentável desses materiais. Nesse sentido, inferimos a presença da categoria

(1R) Desocultamento da realidade da Matriz de Referência de Strieder (2012), pois faz-se necessário a utilização do conhecimento científico para a escolha do material adequado e identificar a toxidade dos materiais.

Os resultados detalhados no Quadro 41 mostram uma compreensão clara que os plásticos têm diferentes tempos de degradação. As equipes 1, 2 e 3 enfatizam que diferentes tipos de polímeros têm diferentes tempos de degradação devido às suas distintas composições. Já a equipe 4, relaciona esse tempo de degradação com a estrutura e rigidez dos plásticos, indicando uma compreensão mais científica das propriedades físicas dos polímeros.

Quadro 41 - Respostas dos estudantes em relação à Pergunta b.

Equipes	Respostas dos Estudantes
1	*Não. Cada material plástico tem um tempo degradação diferente.*
2	*Não, pois cada um dos polímeros tem o seu devido tempo de degradação, já que, eles podem ser criados a partir de diferentes perspectivas, como o perímetro sintético.*
2	*Não. O processo de degradação varia dependendo do tipo de material*
3	*Não, pois foram utilizados nessa atividade 4 materiais diferentes e cada um possui sua própria composição tendo densidade e composição diferente.*
4	*Não, porque cada polímero/plástico tem sua densidade e seu tempo de degradação tem a ver com sua estrutura quanto mais rígida, menos exposição ao sol tem mais durabilidade, quantos menos estrutural se degradar mais rápido.*
4	*Acredito que não, pois cada material possui seu determinado tipo de durabilidade, uns podem se degradar mais rápido e outros em uma demanda de mais tempo*
5	*Não, pois os plásticos usados nesta atividade têm diferentes propriedades e tempos de degradação. Cada tipo de plástico varia em flexibilidade, rigidez e composição química, densidades diferentes, resultando em tempos de decomposição que podem ir de poucos meses a centenas de anos.*
5	*Não possuem as mesmas propriedades e tempo de degradação, pois eles variam em diversos aspectos, inclusive na composição química, e isso resulta em tempos de decomposição diferentes.*
5	*Não, pois os plásticos usados nesta atividade têm diferentes propriedades e tempos de "validade". Cada tipo de plástico tem a sua forma química, elas variam em flexibilidade, rigidez e composição química, densidades diferentes, resultando em tempos de decomposição que podem ir de poucos meses a centenas de anos.*

Fonte: A autora, 2024.

A equipe 5, aborda uma resposta mais abrangente e detalhada ao indicar que o tempo de decomposição está diretamente ligado à composição química, a flexibilidade, a rigidez e a densidade dos plásticos. A necessidade da apropriação do

conhecimento das propriedades dos polímeros está relacionada a importância da aprendizagem dos conhecimentos científicos, o que confere à categoria **(1R) Desocultamento da realidade** por trazer a "ênfase na importância do conhecimento científico para compreender o mundo real ou artificial" (Strieder, 2012).

Essas respostas indicam uma compreensão mais próxima do conhecimento científico ao apresentar que os estudantes demonstraram a importância de conhecer as propriedades dos polímeros, tempo de degradação relacionado ao impacto ambiental, o que é essencial para a conscientização e a prática da sustentabilidade. Percebemos uma relação maior entre os aspectos da influência da Ciência sobre a Sociedade, conforme apontam Santos e Schnetzler (2015, p. 69) em que "os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas".

Com relação aos dados elencados no Quadro 42, as respostas dos estudantes mostram uma compreensão clara da importância de separar e identificar corretamente os plásticos. A equipe 1 focou na importância da separação correta dos materiais para reciclagem.

Quadro 42 - Respostas dos estudantes em relação à Pergunta d.

Equipes	Respostas dos Estudantes
1	*Para que tenha uma separação correra dos materiais que vão para a reciclagem.*
2	*É de suma importância para que cada plástico tenha a sua devida separação de acordo com suas características e futuras utilidades, como por exemplo na produção de mesas, cadeiras e caixotes reciclados*
2	*Para que quando houver o processo de adaptação de separação dos materiais de reciclagem, seja feito corretamente.*
3	*É importante porque é crucial reciclar de forma eficiente, evitar contaminação, cumprir regulamentos, proteger o meio ambiente e promover a inovação em materiais sustentáveis.*
4	*Se basear em um processamento de fácil acesso e de maneira organizada, em que separe corretamente cada material que irá ser processado e moído.*
5	*Pois cada um dos polímeros/plástico é composto de um material diferente aí devemos separar , porque cada um deles tem uma densidade diferente tem uma forma diferente etc.*
5	*É importante porque é crucial reciclar de forma eficiente, evitar contaminação, cumprir regulamentos, proteger o meio ambiente e promover a inovação em materiais sustentáveis.*
5	*Tem fundamental importância, pois separar e identificar plásticos é crucial para reciclar melhor, reduzir a poluição e economizar recursos naturais. Isso também ajuda a cumprir leis ambientais e promove a sustentabilidade.*

5	*É essencial porque queremos garantir que estamos reciclando corretamente, evitando a contaminação do meio ambiente. Além disso, ao cumprir as regulamentações, estamos protegendo o planeta e incentivando a criação de novos materiais mais amigos do ambiente.*

Fonte: A autora, 2024.

A equipe 2 enfatizou a importância da separação de acordo com as características dos plásticos e suas futuras utilidades. A equipe 3 destacou a necessidade de reciclar de forma eficiente para evitar contaminação, cumprir regulamentos e proteger o meio ambiente. A equipe 4 mencionou a necessidade de um processamento organizado e acessível para separar corretamente os materiais, o que se subentende a presença de um conhecimento tecnológico (Strieder, 2012). Já a equipe 5, trouxe respostas detalhadas sobre a importância da separação e identificação para reciclar melhor, reduzir a poluição, economizar recursos naturais e promover a sustentabilidade. Nesse sentido, percebemos a presença da categoria **(3D) Especificidades** por entenderem a tecnologia como classe de conhecimento (IBID).

Concordamos que tais respostas refletem uma compreensão diversificada, porém adequada das relações CTS, já que os estudantes reconhecem a importância de separar e identificar os plásticos para reciclagem de forma eficiente e sustentável, considerando a necessidade de se preservar o ambiente.

Em relação aos símbolos da reciclagem, os estudantes também demonstraram respostas claras e pertinentes (Quadro 43). As equipes 1 e 4 enfatizaram a facilitação na identificação do tipo de plástico para descarte adequado. As equipes 2 e 3 mencionaram a importância dos símbolos para rápida visualização e compreensão, evitando erros no descarte. Já a equipe 5 destacou a relevância dos símbolos de reciclagem para promover a reciclagem eficiente, evitar contaminação, cumprir regulamentos ambientais e proteger o meio ambiente.

Quadro 43 - Respostas dos estudantes em relação à Pergunta e.

Equipes	Respostas dos Estudantes
1	*Facilitar o entendimento do tipo de material plástico que a vai descartar.*
2	*É importante para que seja de rápida e fácil visualização do tipo de polímero, evitando assim problemas para a sua identificação, que podem gerar problemas futuros.*
2	*Para facilitar a compreensão do tipo de plástico que não é material*
3	*É importante porque ajudam as pessoas leigas no assunto terem uma maior facilidade*

	em descartar o seu lixo da forma correta, além é claro de ser uma forma de incentivo ao cuidado do meio ambiente.
4	*Propõe em tornar fácil o conhecimento a respeito do tipo de cada material plástico*
5	*Os sinais de reciclagem são importantes para saber se o produto é ou não é reciclado, também os sinais de reciclagem são bons para jogar os plásticos nos lugares certo.*
5	*É importante porque é crucial reciclar de forma eficiente, evitar contaminação, cumprir regulamentos, proteger o meio ambiente e promover a inovação em materiais sustentáveis*
5	*São essenciais para facilitar a separação correta dos plásticos, garantindo a qualidade da reciclagem e ajudando consumidores e recicladores a identificar rapidamente o tipo de material.*
5	*É relevante porque isso ajuda as pessoas a entenderem que tipo de plástico estão usando e se ele pode ser reciclado. Isso torna mais fácil descartar os materiais de forma adequada e incentiva mais pessoas a adotarem a reciclagem.*

Fonte: A autora, 2024.

Os dados obtidos no Quadro 44 apontam uma compreensão coerente das relações CTS, onde os símbolos de reciclagem atuam como mediadores entre o conhecimento científico sobre os materiais, a tecnologia de identificação e as práticas sociais de descarte responsável (Engeström, 2002).

As respostas dos estudantes em relação à pergunta f (Quadro 44) demonstram como a educação ambiental e a compreensão dos impactos dos plásticos no meio ambiente são fundamentais para promover uma sociedade mais sustentável. Todas as equipes destacaram a poluição ambiental causada pelos plásticos, mencionando consequências como poluição da água e do solo, impactos na vida marinha, contaminação de ecossistemas aquáticos, formação de microplásticos e riscos para a saúde. Dessa forma foi possível perceber a presença da categoria **(1) Reconhecimento**, uma vez que “a participação social ocorre a partir do reconhecimento de temas/problemas atuais relacionados à CT” (Strieder, 2012).

Quadro 44 - Respostas dos estudantes em relação à Pergunta f.

Equipes	Respostas dos Estudantes
1	*Poluição da água e terra, levando centenas de anos para que as embalagens se degradem. Resultando em uma série de problemas*
2	*Poliestireno (PS)* *<u>Ambientais:</u> O poliestireno (PS) não se degrada facilmente, permanecendo no ambiente por centenas de anos. Quando descartado em locais inadequados, ele pode acumular-se em ecossistemas aquáticos, onde animais marinhos frequentemente o confundem com alimento, resultando em sufocamento, desnutrição e morte. <u>Sociais:</u> Em áreas*

	urbanas, o descarte inadequado de PS pode obstruir sistemas de drenagem, contribuindo para enchentes e a propagação de doenças. Além disso, a poluição visual e os custos de limpeza associados impactam negativamente a qualidade de vida e os recursos municipais. *Polipropileno (PP)* *Ambientais: O polipropileno (PP) é altamente resistente à decomposição. Quando descartado em aterros ou no meio ambiente, ele pode se fragmentar em microplásticos, que entram na cadeia alimentar, prejudicando a saúde de ecossistemas e, eventualmente, dos seres humanos. Sociais: A poluição por PP contribui para a degradação visual de áreas urbanas e turísticas, afetando negativamente a atratividade dessas regiões e a qualidade de vida dos residentes, além de aumentar os custos de manutenção urbana.* *Poliestireno Expandido (EPS)* *Ambientais: O poliestireno expandido (EPS), ou isopor, é leve e facilmente dispersado pelo vento, alcançando ambientes aquáticos onde é confundido com alimento por aves e peixes, prejudicando sua saúde. Em aterros, o EPS ocupa grande espaço devido à sua baixa densidade. Sociais: A remoção de EPS das áreas públicas é custosa, e sua acumulação em aterros não só consome espaço valioso, como também pode atrair pragas, afetando a gestão de resíduos e a qualidade de vida local.* *Polietileno Tereftalato (PET)* *Ambientais: O PET, apesar de ser reciclável, frequentemente contribui para a poluição plástica quando descartado de forma inadequada. À medida que se decompõe lentamente, pode liberar substâncias químicas, contaminando o solo e corpos d'água. Sociais: A poluição por PET pode comprometer a saúde pública, especialmente em áreas com gestão de resíduos deficiente, aumentando o risco de contaminação da água potável e dos alimentos, afetando a qualidade de vida das comunidades locais.*
2	*Contaminação do solo e da água, levando centenas de anos ...*
3	*O PEAD pode poluir rios e solos;* *O PP suja áreas urbanas;* *O PET contamina o meio ambiente;* *O EPS prejudica a vida marinha.* *Devido a esses acontecimentos é de extrema importância o descarte correto e também da separação desses polímeros, caso isso não aconteça a tendência é que o meio ambiente fique cada vez mais deteriorado consequentemente piorando as condições de vida no planeta.*
4	*Poluição do solo e da água, levando centenas de anos para que as embalagens se degradem. Resultando na perda da biodiversidade*
5	*O descarte inadequado desses polímeros pode acarretar vários problemas ambientais pois grande parte desses plásticos são descartados no mar, nas ruas e assim poluindo tudo*
5	*Descartar incorretamente esses plásticos pode causar sérios problemas. O PEAD pode poluir rios e solos, o PP suja áreas urbanas, o PET contamina o meio ambiente e o EPS prejudica a vida marinha. Por isso, é essencial descartá-los corretamente para evitar danos ao meio ambiente e à sociedade.*
5	*O descarte inadequado desses plásticos pode causar muitos problemas. Descartar PEAD incorretamente pode poluir rios e solos, prejudicando o meio ambiente. O PP suja áreas urbanas, o PET contamina a natureza, e o EPS prejudica a vida marinha. Descartando-os corretamente, conseguimos evitar os impactos negativos no meio ambiente e na sociedade.*
5	*Descartar esses tipos de plástico de maneira errada pode causar grandes problemas no ambiente. O plástico PEAD pode acabar poluindo nossos rios e solos, o PP pode sujar nossas cidades, o PET pode contaminar o meio ambiente e o EPS pode prejudicar a*

	vida dos animais marinhos. Por isso, é superimportante se livrar deles do jeito certo, para proteger o meio ambiente e a comunidade.

Fonte: A autora, 2024.

As respostas dos estudantes em relação à pergunta f demonstram como a educação ambiental e a compreensão dos impactos dos plásticos no meio ambiente são fundamentais para promover uma sociedade mais sustentável. Todas as equipes destacaram a poluição ambiental causada pelos plásticos, mencionando consequências como poluição da água e do solo, impactos na vida marinha, contaminação de ecossistemas aquáticos, formação de microplásticos e riscos para a saúde.

Os dados obtidos no Quadro 45 também evidenciam preocupações sociais significativas, como o impacto na qualidade de vida ao mencionar a poluição visual e os custos de manutenção urbana. Além disso, os estudantes também mencionaram a importância da educação para a conscientização de práticas de descartes com mais responsabilidades.

As respostas dos estudantes às perguntas propostas nesta etapa da intervenção demonstraram uma compreensão significativa sobre os aspectos científicos, tecnológicos e sociais relacionados aos plásticos. Eles reconheceram a importância dos símbolos de reciclagem na identificação e separação dos materiais, destacaram as diferentes propriedades e tempos de degradação dos polímeros e compreenderam os impactos ambientais e sociais do descarte inadequado. Suas respostas refletiram em uma conscientização crescente sobre a necessidade de práticas sustentáveis e educativas para diminuir os danos ambientais e promover um uso mais responsável dos recursos naturais. Tais apontamentos elencados estão de acordo Silva (2013), quando afirma que “um dos principais objetivos da utilização da abordagem CTS no âmbito educacional é possibilitar o desenvolvimento de uma reflexão crítica os estudantes no que diz respeito aos impactos sociais e ambientais” decorrentes do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia.

Trazendo o olhar sobre as contradições primárias da TA presentes nesta atividade, podemos inferir que, em relação aos sujeitos, tais contradições estiveram presentes entre a aprendizagem dos conceitos teóricos sobre os polímeros e a atividade experimental, quando observamos as dificuldades de alguns estudantes ao identificar corretamente as amostras disponibilizadas dos polímeros, devido à

proximidade dos valores das densidades de alguns materiais. Isso reflete uma tensão entre a teoria e a prática.

Considerando as ferramentas utilizadas, como os materiais e reagentes, a ficha experimental, a linguagem, percebemos a presença de conflito entre a dificuldade de manuseio dos equipamentos de laboratório e a familiaridade dos estudantes com o seu uso, evidenciando a necessidade de um treinamento mais profundo.

Em relação ao objeto da atividade que foi a identificação dos polímeros, foi possível perceber a presença da contradição primária entre a expectativa de aplicação prática dos conceitos e os desafios enfrentados durante a atividade experimental, uma vez que alguns estudantes encontraram dificuldades para identificar as amostras de polímeros devido à semelhança entre as densidades, evidenciando a necessidade de maior familiaridade com os conceitos teóricos, além da dificuldade sobre o conceito de densidade.

Na divisão de trabalho, percebemos o conflito entre o papel da professora como principal mediadora e a necessidade de maior colaboração entre os estudantes, o que poderia ter facilitado a resolução dos problemas encontrados durante o desenvolvimento da atividade experimental (Querol, Cassandre, Bulgacov, 2014).

Em relação à comunidade, para esta atividade foram considerados os estudantes e a professora como atores sociais os quais fazem parte da comunidade escolar. No entanto, a presença de especialistas em materiais poliméricos poderia enriquecer a experiência prática dos estudantes nesta atividade.

Com as regras estabelecidas para a realização da atividade experimental, foi possível perceber a presença da contradição primária entre as normas de segurança e procedimentos laboratoriais e a necessidade de flexibilidade para permitir a exploração e experimentação pelos estudantes.

6.5 ANÁLISE DA VISITA TÉCNICA - 5º MOMENTO

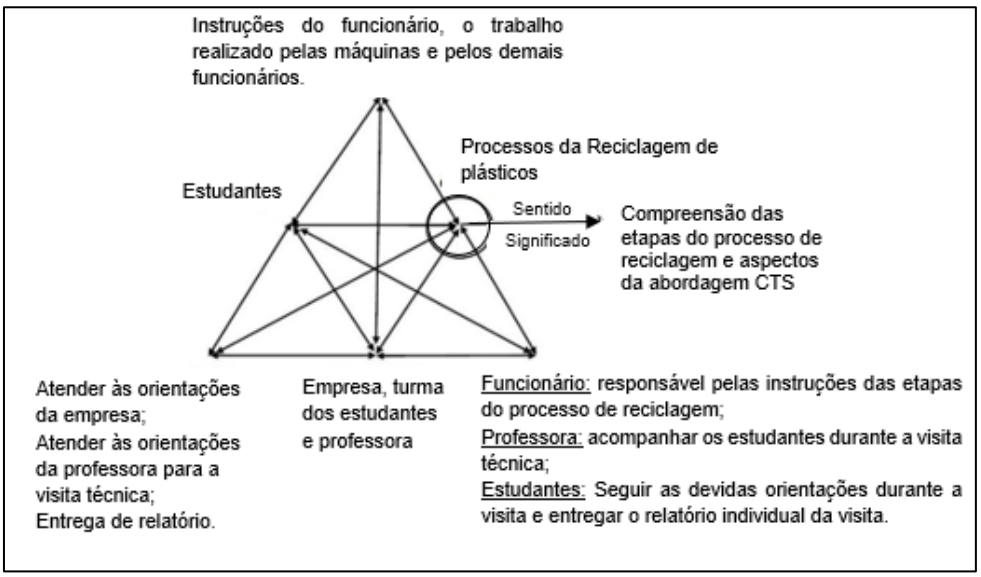
Neste momento os estudantes fizeram uma visita técnica à empresa Plácido Indústria e Comércio LTDA, localizada no município de Vitória de Santo Antão – PE (FIGURA 18).

Figura 18. Visita técnica à empresa de reciclagem.

Fonte: A autora, 2024.

A intenção desta atividade (Figura 13, p. 95) foi proporcionar aos estudantes uma maior aprendizagem sobre as etapas do processo da reciclagem do plástico para o meio ambiente, considerando as etapas desde o processo de capitação/recebimento do material a ser reciclado, o polipropileno (PP) e o polietileno de alta densidade (PEAD), ao processo de produção nos novos materiais.

Figura 13. 5º momento da atividade.



Fonte: A autora, 2024.

Os estudantes foram acompanhados pelo funcionário da empresa (Guia) que fez toda a apresentação do espaço físico, equipamentos e explicação técnica das

etapas até o processo de refinamento das novas peças produzidas, como cadeiras, mesas e caixas para transportes de frutas (Figura 18) e bebidas engarrafadas.

Figura 18 - Caixas produzidas pela empresa a partir do material reciclado.

Fonte: A autora, 2024.

Os estudantes mostraram-se bastante interessados quando o funcionário começou a explicar sobre as contribuições da reciclagem para a sociedade, como pode ser observado Quadro 45.

Quadro 45 - Turnos do Episódio 4.1 durante a visita técnica

Turnos		Falas nas interações discursivas
1	Guia	E com 18 anos de injeção acho que daria umas 3 ou 4 cidades de Vitória de entulho de lixo de acúmulo, estaria agredindo a natureza de uma certa forma e nós com o aumento desse trabalho de reprocessamento de reutilização de reciclagem desse material, ele é um processo muito importante para o meio ambiente e no mundo que estamos vivendo hoje. Então, se você olhar a retaguarda de vocês aqui, essa é do escritório, a parte de RH, sala de reuniões, outros departamentos e toda linha de entrada e saída de matéria prima passa por esse portão. A gente vai descer agora aonde essa matéria prima chega, onde ela é depositada e depois ela é selecionada para voltar ao processo de reciclagem.
2	Guia	A gente faz um giro feito como é que faz um (fala não id) e quando a gente sempre termina na parte de processo final, processo de gestão onde já saiu o material transformado a gente chama semiacabado [certo]. Se tiverem alguma pergunta vocês perguntem, podem ficar à vontade.
3	E5	Qual a principal dificuldade que vocês têm na hora de receber esse material? Quando vocês recebem, vocês recebem de quem? A maior parte e a dificuldade de você ter essa matéria prima?
4	Guia	Por exemplo nós sabemos que existem catadores, só que a gente não compra e não recebemos dos catadores. Nós recebemos dos atravessadores. O pequeno junta [*o material*] e leva para o maior, e o maior leva para o maior e o maior ele vende pra gente. Ou se ele [*o catador*] quiser trazer diretamente ele até pode, mas geralmente existe um ciclo mais ou menos parecido, o pequeno ele cata vende no atravessador e o atravessador ele traz para a gente no valor do maior.

Fonte: A autora, 2024.

A fala expressa pelo Guia no turno 1 coincide com as discussões realizadas em sala de aula durante momentos anteriores da SD e o redimensionamento do quantitativo de lixo durante 18 anos caso não fosse reciclado, semelhante à atividade realizada no 2º momento, quando a professora levanta a reflexão do quantitativo de materiais plásticos descartados durante dois dias pelas famílias da comunidade escolar.

A partir do turno 1, o E5 levanta o questionamento sobre como os materiais a serem reciclados chegam à empresa. Esta pergunta é bastante relevante, uma vez que a cadeia produtiva desde o catador, que está ali realizando a coleta muitas vezes de casa em casa, ou em condomínio ou ainda nos lixões a céu aberto, até a empresas que de fato realizam a reciclagem é um caminho desconhecido por muitos. Contudo, extremamente importante para a manutenção de ações que ampliem o processo. Possivelmente, esta pergunta surgiu devido ao contexto do E5 por realizar o curso técnico em Logística e entender o funcionamento da cadeia de produção e consumo até a chegada dos materiais na empresa.

Na continuidade da visita técnica, os estudantes tiveram a oportunidade de vivenciar os processos necessários para a reciclagem de PP e PEAD, desde o processo e separação dos materiais por cores, à lavagem, à trituração, secagem, moldagem, seja por processos manuais ou automatizados, conforme apresentado no Quadro 46.

Quadro 46 - Turnos do Episódio 4.2 durante a visita técnica

Turnos	Sujeitos	Falas nas interações discursivas
13	Guia	Onde aqui nós estamos ajeitando a mesa quadrada e a pia…aqui a cada 89 segundos tá sendo produzido uma mesa automaticamente. O robô faz tração e já traz para o operador fazer o acabamento final .
14	-	[Ruído de máquina]
15	Guia	Aí como eu falei o operador além dele fazer o acabamento final, tira o excesso de matéria prima, analisa a peça, faz o controle dela e ela vai ser aprovada pelo (fala não id) e assim automaticamente é o dia todo. É uma atrás da outra, uma atrás da outra, uma atrás da outra. Aqui é a máquina mais lenta, geralmente as caixas ali e as cadeiras são bem mais rápidas é em média de abaixo de um minuto [*a produção*].
16	Guia	Ainda aquele material que eu mostrei lá meio cinza meio estranho.
	E12	Aham [*expressão de concordância*].
	Guia	Perfeito. a gente agrega ali o pigmento nele e ele sai dessa cor aqui.
17	E12	Entendi. E aí no caso independente se misturar [*as cores dos materiais*

		plásticos] ou não, né?
18	P	Entendido minha gente, perguntas? curiosidades?
19	Guia	Essa mesa ela está pronta dentro do molde, mais ou menos em 8.9s , 8.4s , em menos de 9 segundos ele já tá pronto, ele já tá pronto ali no molde só que ele não pode ser extraído porque ainda está mole, ele precisa de um tempo pra ele refrigerar [*esfriar*] para ele contrair.
20	E4	Mas quando ele desce aqui ainda desce quente um pouco?
21	Guia	É que ele já desce com tudo como um pão na padaria. se pegar aqui já está mais ou menos 40, 50 graus. Pode pegar.
	Estudantes	Está quente. Está quente. [*muitos tocam a mesa*]
22	Guia	Está feito pãozinho feito na padaria. A gente só vira o lado aqui, a gente tá rodando aqui o molde de cadeira [de cadeira] aqui é o macrô menor, é o macro de 800 toneladas onde o operador ele sabe fazer extração manual porque exatamente tem o robô, o robô também faz a extração, mas o seu painel deu problema no display e eu tive que mandar consertar em São Paulo, então a gente tá fazendo o processo de forma manual.
23	E5	Altíssimas temperaturas aí.
24	Guia	Essas mangueirinhas que têm no molde aí essas têm o circuito fechado de água gelada que fica refrigerando automaticamente (fala não id). Aquela água está passando ali em 10 graus mais ou menos, está bem gelada.
25	E11	Para ir resfriando né?
26	Guia	A gente chama o sistema de refrigeração. [ruído]
27	E12	Então por dia o total de mesa produzido aqui…
28	Guia	A gente trabalha mais ou menos em média que uma passa pela outras no mínimo (fala não id) todo dia. [ruído] aí aqui roda mesa branca, mesa vermelha, mesa lilás, mesa rosa, mesa verde de todas as cores [de todas as cores].
29	E12	E se for uma empresa que solicitar uma determinada cor vocês também fazem?
30	Guia	Também faz. -

Fonte: A autora, 2024.

Ao realizar a leitura e a análise dos relatórios feitos pelos estudantes referentes à visita técnica, foi possível observar a presença do conhecimento voltado para a área tecnológica e questões sociais, devido à natureza da empresa, às etapas do processo da reciclagem, à presença de máquinas, robôs e a automatização dessas máquinas. Isso também remete ao conhecimento partilhado pelo Guia da empresa presente nos turnos 13, 14, 22 e 24 (Quadro 47) e pela vivência dessa experiência pelos estudantes (Figura 19).

Figura 19. Mesa sendo produzida e retirada do molde pelo robô para o processo de acabamento.

Fonte: A autora, 2024.

Ao analisar os trechos dos relatórios presentes no Quadro 47, percebemos a presença do conhecimento tecnológico nos trechos 1, 3 e 5, conforme as explicações dadas pelo funcionário da empresa, contendo as terminologias da área técnica, o que é esperado.

Quadro 47 - Trechos escritos presentes no relatório da visita técnica à empresa

Sujeitos	Trechos	Trechos escritos presentes nos relatórios
ipe 1	1	Em seguida, entra o processo de moldagem, onde os **plásticos lavados são moldados em diferentes formas, por meio de técnicas como injeção, sopro e extrusão**. Esse passo demanda precisão e expertise, visando a produção de produtos com alto padrão de qualidade e durabilidade. [...]
	2	A reciclagem de plástico tem um papel fundamental na promoção do desenvolvimento social e econômico. Além de **contribuir para a preservação dos recursos naturais e a redução da poluição**, gera empregos. Localmente, **a reciclagem de plástico pode auxiliar na mitigação de desafios como a contaminação do solo e da água, bem como na prevenção de alagamentos, ao evitar o entupimento de sistemas de drenagem** por resíduos plásticos. Concluindo, é fundamental **promover práticas de reciclagem sustentáveis e conscientes**, visando um futuro mais limpo.
Equipe 2	3	Uma etapa importante do processo é a **separação dos plásticos por tipo, qualidade e cor.** Isso é essencial para garantir a pureza dos materiais reciclados e evitar contaminações. Os plásticos separados são então detalhados, passando por acabamento final e inspeção de qualidade. Qualquer ajuste necessário é feito para garantir a conformidade com os padrões exigidos. Após a lavagem e a separação, **os plásticos foram moldados utilizando diferentes técnicas, como moldagem de uma mesa, cadeira, caixas de diferentes tamanhos.** Esses processos transformam os plásticos lavados e separados em novos produtos, como embalagens, recipientes ou peças industriais. A moldagem é realizada com precisão, garantindo a qualidade e a durabilidade dos produtos finais.

		[...]
Equipe 3	4	Falando um pouco sobre a reciclagem do plástico, a empresa foca muito nisso, pois **desempenha um papel fundamental na redução do impacto ambiental e na conservação dos recursos naturais**. Além de minimizar a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários, ela contribui para a preservação da biodiversidade e a redução da poluição do solo e da água. E com todo esse processo, os plásticos são reaproveitados para a construção de novos produtos. Assim, contendo quase 99% de reciclagem do plástico. Tendo visão a nível social, **a reciclagem gera empregos e promove a inclusão econômica, além de educar a população sobre práticas sustentáveis**. No contexto local, a reciclagem é essencial para lidar com desafios como a contaminação do solo e da água por resíduos plásticos e pode ajudar a reduzir alagamentos ao evitar o entupimento de sistemas de drenagem.
Equipe 4	5	No galpão debaixo, eles reservam os diferentes tipos de plásticos em grandes bolsas, separação por cores e tipos. Ali também é reservado os materiais que chegam para serem utilizados, **esse processo que eles fazem é semelhante a logística reversa que envolve sistema de coleta, transporte, armazenamento, reciclagem e tratamento de resíduos produzidos pelo descarte de produtos e embalagens no pós-consumo**, no entanto a Plácido realiza com materiais de outros locais, não próprios. No mesmo galpão, há sacolas separando os plásticos por tipos e cores, em seguida retornamos para dentro da empresa onde é feito o processo de **transformação do polímero em produto, como vimos lá, cadeiras, mesas, caixotes**. O **processo é rápido entre a produção de um produto para o outro, menos de 1 minuto, ele sai um quente da máquina e os acabamentos são feitos a mão.** A empresa Verdão, ao lado, o seu consumo na Plácido é cerca de 90%. [...]
Equipe 5	6	O trabalho deles é muito necessário para toda população de Vitória, pois a quantidade de plástico que seria descartado, prejudicando a saúde e aglomerando mais nos lixões seria gritante. O funcionário explicando relatou que caso não houvesse este trabalho da empresa aqui na cidade de Vitória, o lixo que eles reutilizaram daria para encher uma área tal qual a cidade de Vitória com tanto plástico. É tão **importante o que eles fazem tanto para a empresa quanto para a sociedade, reduzindo assim uma parte da poluição dos rios, ruas e do ar, resultando no bem-estar da população local como evitando as enchentes, complicação na vida marítima** etc.

Fonte: A autora, 2024.

O momento destinado à visita técnica proporcionou aos estudantes, sujeitos da presente pesquisa, uma oportunidade de aprofundar seus conhecimentos referentes aos plásticos e suas propriedades, fazendo conexões precisas entre ciência, tecnologia e sociedade. Os dados obtidos (Quadros 45, 46 e 47) somados à análise da produção dos alunos através dos relatórios, evidenciam uma relação de

ciência e tecnologia ao mencionarem equipamentos avançados, como máquinas automatizadas e robôs, que desempenham um papel importante na transformação de resíduos plásticos em novos produtos, como mesas, cadeiras e caixas.

Nas discussões e nos relatórios dos estudantes, também observamos uma relação no ponto tecnológico e social da visita ao destacar o impacto positivo da reciclagem na comunidade local. Além de contribuir para a redução da poluição ambiental e para a preservação dos recursos naturais, os alunos reconheceram que a empresa também desempenha um papel crucial na criação de empregos e na promoção de práticas sustentáveis. Isso remete a um potencial indício de como a tecnologia não é apenas uma ferramenta técnica, mas também um agente de mudança social e econômica.

Tecendo uma análise sobre a presença das contradições primárias da TA nesta atividade, podemos perceber uma tensão entre a compreensão teórica dos processos de reciclagem e a observação prática desses processos numa escala industrial, uma vez que os estudantes tiveram a oportunidade de conhecer todas as etapas dos processos de reciclagem do Polipropileno (PP) e do Polietileno de alta densidade (PEAD), desde o recebimento desses materiais até seu armazenamento para a venda.

Em relação às contradições primárias presentes nas ferramentas utilizadas, como as instruções do funcionário da empresa, as máquinas e o conhecimento técnico dos funcionários, pode-se perceber que os estudantes mobilizaram os conhecimentos dos aspectos sociais, não apenas os relacionados ao campo da tecnologia, uma vez que estavam inseridos dentro de um contexto mais industrial.

Na divisão de trabalho, a contradição primária encontrada foi a ausência de maior interação por partes dos estudantes com o funcionário responsável por apresentar e mediar a visita técnica, como foi previamente orientado pela professora/pesquisadora Uma maior interação, realização de questionamentos sobre os aspectos do conhecimento científico e dos processos mais técnicos da reciclagem poderia ter enriquecido o aprendizado de forma mais ampla.

A contradição primária que podemos pontuar em relação à comunidade foi a interação entre a comunidade escolar e a empresa de reciclagem que, embora se restringiu apenas à visita técnica, possibilitou uma aprendizagem aos estudantes através da vivência dentro do contexto industrial. Possivelmente, uma maior integração as instituições, com palestras sobre a importância e o impacto positivo na

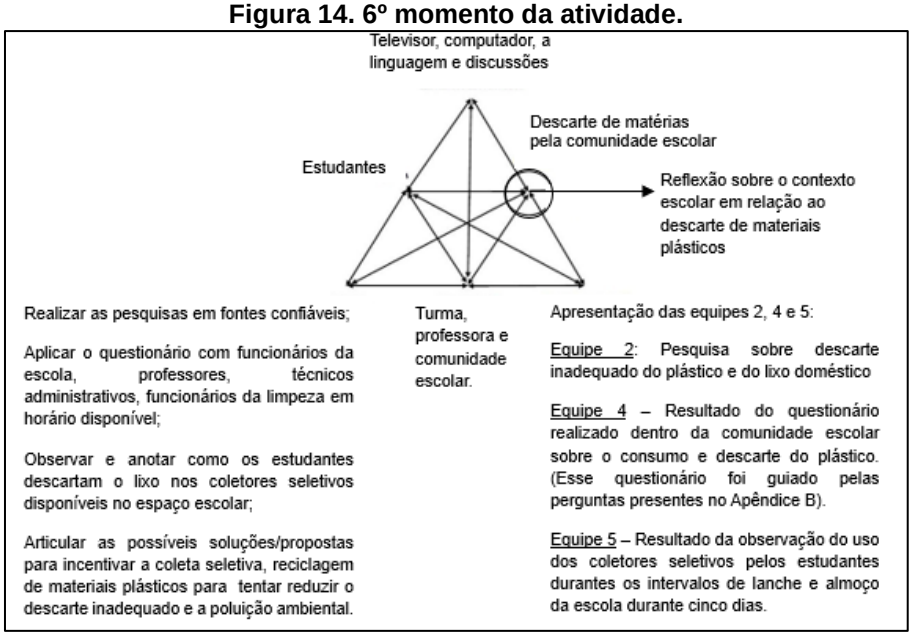
sociedade e as contribuições sociais, econômicas e culturais com a realização da reciclagem poderia favorecer a uma aprendizagem mais ampla dos aspectos sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

Em relação às regras estabelecidas para esta visita, percebemos a presença da contradição primária entre as normas de segurança da empresa e pela comunidade escolar e a necessidade de incentivo para uma participação ativa e o questionamento crítico dos estudantes, embora seja possível perceber no turno 18 do Quadro 46 a professora instigando os estudantes a realizarem perguntas para aproveitarem a experiencia da visita.

6.6 ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE PESQUISA - 6º MOMENTO

Retomando a Figura 14 (p.97) presente no item 5.4.1 em que está estruturada esta atividade. Este momento foi destinado para que os estudantes de suas respectivas equipes (2, 4 e 5) realizassem pesquisas e entrevistas com alguns funcionários da comunidade escolar, socializassem as informações para que todas as equipes tivessem elementos necessários, além de todas as discussões e vivências nos momentos anteriores, para elaborarem suas propostas para incentivar o uso do descarte adequado do lixo, especialmente dos materiais plásticos, a reciclagem com a finalidade de minimizar a poluição do meio ambiente por esses materiais.

Figura 14. 6º momento da atividade.

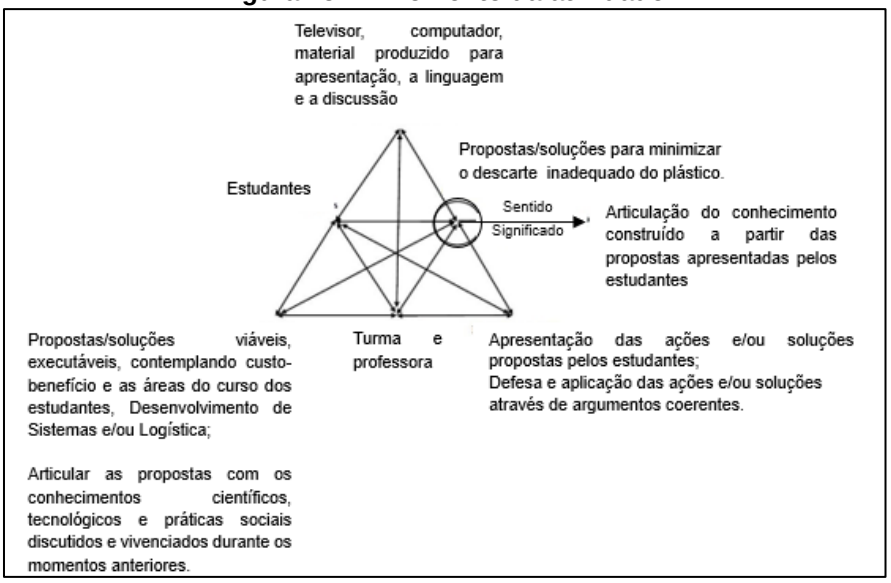


Fonte: A autora, 2024.

6.7 ANÁLISE DAS PROPOSTAS DOS ESTUDANTES - 7º MOMENTO

Após toda a vivência dos estudantes nas etapas anteriores, este momento foi destinado para que as equipes apresentassem e discutissem suas propostas/soluções para minimizar o descarte inadequado dos materiais plásticos, incentivarem a separação e a reciclagem (Figura 15, p. 98).

Figura 15. 7º momento da atividade.



Fonte: A autora, 2024.

Como regras desta atividade, os estudantes deveriam trazer propostas/soluções viáveis e executáveis para a problemática em questão e, após a cada apresentação os demais estudantes deveriam interagir, trazendo contribuições ou alguns questionamentos sobre o que foi apresentado com o objetivo de enriquecer o trabalho da equipe em evidência. Agora apresentamos cada proposta por equipe.

6.7.1 Equipe 1

A Equipe 1 apresentou a proposta (Anexo G) focada na sensibilização da população sobre os impactos do descarte inadequado do lixo e sobre a disponibilização de coletores seletivos em locais estratégicos para que as pessoas se conscientizem em utilizá-los, conforme a transcrição da apresentação no Quadro 48.

Quadro 48 – Episódio 5.1 Apresentação da proposta da Equipe 1

Turnos	Sujeitos	Transcrição da apresentação

1	E1	Boa tarde! Nosso grupo vai falar sobre as propostas de soluções que a gente colocou, a gente vai falar só sobre alguns tópicos e à medida que a gente for falando cada um vai se aprofundando no seu tópico.
2	E5	É, o primeiro tópico é sobre educação e conscientização que são as campanhas educativas para informar e sensibilizar a população sobre os impactos do descarte inadequado de lixo e promover práticas sustentáveis.
3	E6	Eu vou falar brevemente sobre a infraestrutura adequada que nós sugerimos a…a instalação de lixeiras estratégicas e também em locais estratégicos assim, e acessível para a comunidade assim de uma forma que as pessoas é…se conscientizem e também descartem o lixo, os seus resíduos corretamente.
4	E5	E eu vou falar um pouco sobre a reciclagem e reutilização que vai ajudar na promoção da separação de resíduos recicláveis em domicílio facilitando a coleta seletiva e incentivando a reciclagem e a reutilização de materiais.
5	E1	E como houve uma proposta, eu vou falar sobre o monitoramento e a fiscalização. Pode passar.
6	E1	Para começar eu vou falar um pouco sobre a educação e conscientização, é…vou pegar um pouco da citação que E 8 [*outra equipe*] falou. Ele falou sobre as lixeiras que muita gente joga o lixo em lugares incorretos e a gente fez uma pesquisa aqui na escola e diante dessa pesquisa a gente viu que as lixeiras elas não estão com os lugares certos né, o lixo descartado no lugar certo e de acordo com isso a gente veio aqui apresentar as lixeiras pra todo mundo e…assim o que a gente realmente, o objetivo da gente é fazer com que todo mundo se conscientize, assim como eles fizeram o aplicativo pra todo mundo se conscientizar e essa é a nossa conscientização: vir mostrar quais os lixeiros certos pra o descarte correto. [próximo], [próximo].
7	E6	02:35 Agora se aprofundando sobre a infraestrutura adequada, é…nós vemos que, assim eu particularmente não vejo muito no caso, é…coleta seletiva, pelo menos onde eu moro eu não vejo muito, é…se eu já…se eu lembro, eu acho que tem coleta seletiva na matriz, os lixeiros na praça da matriz e eu acho que na praça do fórum também se eu não me engano. Sendo que assim, é algo muito…assim um pouco irrelevante porque, é algo que a pessoa passa ali durante o dia usa rapidinho e só, num é algo que vai causar um grande impacto positivo, então a nossa proposta de intervenção [tá certo] [hum hum], foi sobre a gente instalar, é, coletas seletivas, é, adequadas, é…não pequena também em cada bairro [tosse] é…[nos lugares de mais acessibilidade] exato, em lugares estratégicos para que a população possa, é, depositar os seus lixos e também o caminhão do lixo ele passa geralmente duas vezes na semana e assim eles geralmente juntam o lixo tudo junto, geralmente na esquina ou em um lugar pra poder recolher sendo que se tivesse essas lixeiras separadamente adequadas também eles poderiam só recolher e descartar no caminhão do lixo e do caminhão do lixo eles levarem separadamente pra locais onde, é…o lixo e os levando para locais onde serão tratados e transformados em outros materiais como por exemplo que os meninos citaram, a Plácido que eles fazem a questão da logística reversa e que eles pegam o lixo geralmente de outros locais e transformam em outros materiais.
8	E 5	Eu vou falar um pouquinho sobre a reci…reciclagem e reutilização né dos lixos e plásticos que são descartados, apesar de ser uma prática muito conhecida é pouco utilizada, poucas pessoas fazem aproveito de coisas que já foram usadas tipo garrafa, coisas de plástico e a gente viu como meio de…não vou dizer 100% de solução mas vamos dizer que 60% que ajudasse

		a reduzir essa quantidade de lixo que é descartado incorretamente, que é as mídias sociais pra divulgação dos pontos nas cidades que recolhem esses lixos tanto em troca de…eu não me lembro agora o nome mas aqui eu sei que aqui em Vitória tem lugares que dependendo da quantidade até de latinha também você leva e você troca por um determinado valor e talvez a gente pensou que essa divulgação nas redes sociais seria também um meio de diminuir cada vez mais o quantitativo de lixos que são descartados corretamente, incorretamente.
9	E 1	E a (frase não compreendida) de fiscalização seria um projeto de lei que aplicasse multa a quem descartasse o lixo incorretamente e também fiscalização em câmeras. Também pra [sussurro] pra complementar a gente vai falar um pouquinho sobre como a logística reversa pode complementar a nossa proposta de intervenção.
10	E 1	Bom, a logística reversa [conversas] é um processo que consiste em recolher, reciclar e reutilizar os resíduos plásticos gerados pela empresa e ela faz parte da cadeia de produção e consumo e é um elemento importante para (palavra não compreendida). A logística reversa envolve o retorno de resíduos plásticos pós consumo para o ciclo produtivo evitando assim que eles sejam descartados em aterros sanitários ou no meio ambiente.
11	E 6	Aí alguns exemplos é a [ruído de conversa] Coca-Cola e alguns perfumes também da [*empresa*] O Boticário também.
12	E 5	E também sobre logística reversa na pesquisa que a gente fez, é…eu lendo os slides que a senhora passou sobre os tipos de reciclagem se eu não me engano eles praticam a reciclagem secundária ou é também chamada de mecânica que eles pegam os resíduos já descartados e tratam eles e refazem outros materiais e vendem… é isso [é isso gente].

Fonte: A autora, 2024.

A Equipe 1 iniciou sua apresentação apontando a importância da sensibilização e conscientização sobre os impactos ambientais quando o lixo é descartado de forma inadequada e a promoção de práticas mais sustentáveis. Inferiram sobre a instalação dos coletores seletivos em pontos estratégicos para incentivar a população a utilizá-los, como observado nos turnos 2 e 3. Também mencionaram que materiais que podem ser reciclados quando separados dos resíduos domésticos facilitam a coleta seletiva, contribuindo para o aumento da reciclagem e reutilização desses materiais.

Podemos observar que os estudantes não se restringiram ao plástico, ampliando para lixo. Nesse sentido, para que as pessoas possam identificar quais materiais podem ser reciclados e quais não podem, há a necessidade de um conhecimento um pouco maior, para além do conhecimento científico sobre polímeros. Faz-se necessário saber que, por exemplo, os materiais úmidos e molhados têm que ser separados dos secos para que no processo da reciclagem não percam a qualidade; que nem todo plástico pode ser reciclado como o caso dos termofixos e fraldas descartáveis; que embalagens com películas metalizadas,

isopor, adesivos e papéis parafinados ou plastificados também não podem ser recicladas (Silveira, 2014).

Embora a Equipe não tenha detalhado essas informações na proposta apresentada, isso pode ser explorado por quaisquer professores que queiram trabalhar as características principais que classificam quais materiais podem ser reciclados e o porquê que outros não podem.

Como proposta para minimizar o descarte inadequado, além do que foi mencionado anteriormente, a Equipe 1 propõe a instalação de coletores em locais estratégicos como meio de incentivar as pessoas a colocarem os lixos nos seus respectivos lugares corretos, uma vez que, de acordo com os estudantes, o município não dispõe desses setores em todos os lugares e aos poucos que têm, não é dada a real importância para sua função. Ainda, os estudantes propuseram ações de monitoramento por câmeras e aplicação de multa para as pessoas que realizassem o descarte do lixo de forma inadequada (turno 9). Percebe-se que para esta equipe a participação do poder público nos cuidados em relação a questões ambientais é essencial.

Os estudantes também mencionam a importância da logística reversa como ações que as empresas deveriam ter em relação aos seus produtos após passarem pela cadeia de consumo, trazendo exemplos de como esse processo é realizado (turnos 10 e 11). Acredita-se que esta proposta trouxe vários elementos das vivências durante os momentos anteriores, a exemplo da visita técnica em que os estudantes tiveram a oportunidade de conhecer a logística da empresa e saber que as peças produzidas pela empresa voltam para o ciclo de produção através da reciclagem.

Em relação às interações durante a discussão com os demais colegas de sala surgiram alguns questionamentos considerados relevantes para esta pesquisa, como pode ser observado no Quadro 49.

Quadro 49 - Episódio 5.2 Discussão sobre a apresentação da Equipe 1

Turno	Sujeitos	Falas nas interações discursivas
16	P	E aí, vocês o que acharam?
17	P	O que que pode contribuir para as ideias?
18	E11	Eu só não entendi muito como funcionaria a fala de E 1 sobre o projeto de lei. (frase não compreendida)
19	E1	Seria implantar uma multa a quem descartasse incorretamente e os lugares

		seriam monitorados por câmeras. Seria assim.
20	E11	Eu pensei tipo assim, é…Pessoas que não têm uma condição tão boa de vida tipo pessoas que moram em palafitas, é…eu fico imaginando como seria. Porque tipo assim na minha visão essas pessoas não têm condições e desde criança não tem uma educação tão boa, tanto uma educação nas escolas etc. e também penso em uma educação, assim, ambiental. Então imagino que esse projeto de lei de certa forma pode sim prejudicar essas pessoas porque uma pessoa que mora na palafita não sabe as regras ou normas. Não seria algo prejudicial para elas de certa forma, prejudicar? Vai prejudicar o meio ambiente, mas vai prejudicar elas por não saberem ou não terem esse tipo de comunicação.
21	E1	Por isso que é um projeto de lei. Primeiro conscientizar para depois aplicar o projeto de lei.
22	E11	Então tipo seria…(discussão não compreendida)
23	P	Então seria, primeiro ia ter todo um trabalho né.
24	E1	Toda uma conversa para poder aplicar isso aí.
25	E5	Usar as redes sociais também para comunicar e avisar.
26	P	Ia ter no caso assim uma ação mais educativa (educativa antes da lei) e depois [começar em prática, com testes e tudo mais] seria aplicado essa lei com a questão do monitoramento. [isso]
27	E1	Isso.
28	P	Alguém mais, gostaria de falar?
29	P	Eu vi que vocês falaram um pouco né sobre a questão da estratégia dos pontos de coleta, quando esses seletores estão em um ambiente que não tem muita visibilidade de certa forma as pessoas não se sentem, vamos dizer assim, incentivados a fazer esse determinado descarte né ou fica despercebido como vocês falaram. Mas no ambiente aqui escolar onde os corredores apresentam esses coletores seletivos, a posição em que eles se encontram seria algo inadequado ou fora de estratégia? [não entendi] o que é que vocês acham?
30	E5	Acho que não [não, tá justamente ali na entrada e na saída do setor, aí algumas pessoas passam geralmente… (frase não compreendida)]
31	E6	Eu só acredito que deveria ter uma comunicação melhor sobre esse descarte de lixo aí porque as pessoas passam e elas…não vão olhar o que é cada um…
32	E8	E muitas vezes os nomes das cestas [*coletores seletivos*] estão apagados
33	E8	Acho que essas cestas [*coletores seletivos*] que fica do lado né? [é, é] Tudo apagado.
34	E5	E eu acho que deveria ter uma melhor educação sobre isso porque se as pessoas soubessem o que é cada um não precisaria da placa.
35	E8	E era bom, essas cestas elas ficarem pelo corredor também naquela parte que fica os pingolin [hum], era seria bom colocar por ali também já que tipo ali é um ponto que, meio que tem uma movimentação em si que vão comer lanche, jogar talvez, aí seria bom.
36	E2	No refeitório principalmente, [exato] que é um local onde não tem essas cestas [tinha, tinha lixo né], [conversas]

37	E11	Quando a barraca do 3° ano era aberta a gente via isso porque as pessoas não se preocupavam em jogar, às vezes até no chão (frase não compreendida) os papéis, aí é sempre bom né [é].

Fonte: A autora, 2024.

A discussão iniciou com dúvidas em relação à proposta referente à aplicação de multa caso qualquer pessoa não descarte o lixo de forma correta. A E11 no turno 18 apresenta argumentos considerando a vulnerabilidade de pessoas em relação a condições de moradia, renda e sem acesso à educação de qualidade, que seriam prejudicadas pela proposta apresentada, uma vez que pessoas em tais condições geralmente não têm acesso à educação ambiental. E apresenta um conflito importante quando expõe "*vai prejudicar o meio ambiente, mas vai prejudicar elas por não saberem ou não terem esse tipo de comunicação*", presente no turno 20.

Nesta fala percebemos a presença de um dilema por apresentar uma expressão ou troca de avaliações incompatíveis (Engeström; Sanino, 2011). O que teria mais valor, a preservação ambiental ou a dignidade humana? A ausência da garantia dos direitos mínimos ou ações para a garantia da saúde ambiental? Não ter condições para as necessidades básicas para uma vida com dignidade ou, ainda assim, arcar com custos de ações decorrentes da falta do poder público em relação aos direitos mínimos? Questões relevantes que levam a Equipe 1 e demais estudantes à reflexão.

Na busca de explicar e justificar a proposta realizada pela equipe, o E1 enfatiza que primeiro ocorreria a conscientização (turno 21) por meio de ações (turnos 24 e 25) para que posteriormente fosse aplicada a multa. Numa tentativa de deixar mais clara a explicação da equipe, a professora supôs que as ações seriam com perfil educativo (turno 26). Percebemos a mudança no argumento pela participante da Equipe 1, através da confirmação da explicação realizada pela professora (tuno 29).

6.7.2 Equipe 2

Esta equipe traz uma proposta de um site direcionado para a reciclagem (Anexo H), contendo ações educativas, a localização dos coletores seletivos e incentivos para as pessoas que realizarem o descarte de forma adequada, conforme apresentação no turno 1 do Quadro 50.

Quadro 50 - Episódio 6.1 Apresentação da proposta da Equipe 2

Turnos	Sujeitos	Transcrição da Apresentação
1	E16	Eu vou falar sobre a proposta que seria um aplicativo site para a reciclagem, nele, é…tem a educação, a localização e os incentivos. Na educação ele vai fornecer é, os diferentes tipos de plásticos, como reciclar os materiais residuais, como descartá-los adequadamente. A localização, (frase não compreendida) …um mapa, é tipo…no nosso protótipo vai aparecer aqui na nossa cidade, é…vai ter um mapa lá bem bonitinho vai ter os locais para os pontos de coleta, os incentivos é…como a gente vai ter, uma empresa vai investir na gente no caso a gente vai ter como se fosse um cartãozinho para nesse cartão ter pontos pra pessoa poder ter mais pontos, dinheiro, enfim.
2	E15	Agora eu vou falar sobre as aprendizagens, como é nosso projeto, a gente quer é…mostrar…educar as pessoas e também conscientizá-las a promover a prevenção ao meio ambiente e também ensiná-las sobre o impacto nocivo do plástico e a gente espera que através do nosso projeto as pessoas possam obter conhecimentos e também atos sustentáveis para com o meio ambiente, para prevenir tragédias nas gerações futuras. E aqui estão os tópicos (frase não compreendida) …primeiro, os tipos de lixo a gente quer ensinar sobre os diferentes tipos de materiais recicláveis como papel, plástico, vidro e metal, e também o processo de reciclagem. Explicar as etapas de coleta, separação e processamento dos materiais reciclados e benefícios da reciclagem; descrever as vantagens da reciclagem para o meio ambiente, a economia e também para a sociedade e dicas para reciclar; fornecer orientações práticas sobre como descartar o lixo de forma correta separando os materiais, limpando-os antes do descarte.
3	E14	Bom, eu vou falar um pouco sobre o que E 16 havia falado dos pontos, no caso área crédito de crédito, é…os pontos pelo usuário vão ser acumulados conforme eles forem descartando os lixos nos lugares adequados, nos lugares que estão no mapa e esses pontos podem ser sim é... virar descontos, que é no caso pode ser é…ter descontos em lojas como o povo estava falando em lugares pode comprar outras coisas com o acúmulo de pontos que pode ser no caso retornado, daí no caso em dinheiro.
4	E14	E através desse acúmulo de pontos chegamos à área de ranking. Essa área de ranking vai ser basicamente uma área do aplicativo para poder incentivar mais ainda as pessoas que tão levando os seus materiais que seriam descartados para os pontos de coleta para eles poderem ser reciclados. Aí através desse ranking, basicamente, aquelas pessoas que mais conseguem fornecer os materiais que seriam descartados vão elevando o ranking, que no caso seria a classificação tipo o primeiro lugar vai ganhar uma pontuação, um valor a mais no voucher, por exemplo, ou vai ganhar um brinde diferente. Daí várias coisas do tipo, e isso essa questão de ranking aumenta também o compartilhamento. [...] Vamos lá, você ganha em primeiro. Você vai poder compartilhar para outras pessoas assim é…que aquilo estar provando ser um bem, não só para a sociedade como para as pessoas que estão ajudando naquela questão da coleta seletiva do plástico. Também tem outros materiais e essa classificação pode ser através de níveis, como por exemplo, no começo você está no primeiro nível em iniciante, aí conforme você vai ficando ali, top cinco, top dez entre as pessoas que mais conseguiram ajudar na coleta. Você vai subindo, iniciante, intermediário, avançado e você consegue chegar no especialista que seria o top. As pessoas que mais conseguem ajudar, essas pessoas vão conseguindo mais crédito para aumentar o seu voucher e assim por diante.
4	E15	E já na parte de benefícios do aplicativo a gente tem a parte da conscientização, assim como foi dito por todos, ou seja, a gente nessa proposta seria meio para mudar o pensamento que o pessoal tem a respeito do lixo, porque se vocês verem a maioria dos lixos entopem bueiro, fica lá

		jogado nos mares, nas lagoas e isso é…prejudica tanto a nós quanto aos animais (palavra não compreendida). Então com essa parte da conscientização deu o aumento da reciclagem que a gente queria meio que incentivar essas pessoas a fazerem o bem tanto para elas, tanto para o mundo, tanto para eles mesmos, os animais. E com isso é recompensando-os pelos seus atos e pela coragem e ações com um valor assim como E 14 falou.
5	E16	A reciclagem do lixo contribui para a diminuição do descarte indesejado do lixo reduzindo impacto ambiental e a sustentabilidade é fazer com que as pessoas contribuam jogando lixo no lugar certo, evitando que jogue o lixo no lugar errado, por isso que a gente criou esse aplicativo para ser mais divertido para eles, para ter uma noção a mais, para não diminuir mais o descarte do lixo.
6	E14	Aí com isso chegamos ao fim da nossa apresentação em questão dos (frase não compreendida) aí agora, com o nosso amigo.
7	E15	Bom a gente fez com a ajuda do nosso colega E 14, a gente fez um pequeno protótipo de como seria o aplicativo. Bom, aqui seriam os pontos de reciclagem um (frase não compreendida) onde teria os pontos de coleta, as informações educativas. Teria a aba de pesquisa com…automatizada com o google, o histórico que de quando você, o a parte de ranking que é um incentivo porque nós sabemos que o ser humano é bastante competitivo e essa parte é o nosso…basicamente (frase não compreendida), os tipos de plásticos também, por exemplo, eu não sabia que existia vários tipos de plásticos como PP, PET... Então aqui é basicamente uma parte educativa para a galera que vai utilizar e a parte de saldo que é o voucher, bom é isso.

Fonte: A autora, 2024.

Percebe-se que a proposta da Equipe 2 apresenta ações com o objetivo de levar conhecimento à população para que o descarte ocorra de forma consciente e adequada. Os estudantes propuseram ações educativas para ensinar a população ou as pessoas que acessarem o site sobre os diferentes tipos de materiais recicláveis e sobre o processo de reciclagem, citando os diferentes tipos de lixo, diferentemente da proposta da Equipe 1 que, embora tenha ampliado de materiais plásticos para lixo, não trouxe o olhar da Equipe 2 sobre os tipos de lixo. Além disso, eles se propõem a levar informações sobre as vantagens e os benefícios da reciclagem para o meio ambiente, para economia e sociedade no turno 2.

A intensão dos estudantes em disponibilizar o conhecimento científico sobre os materiais que podem ser reciclados, não se restringindo apenas ao plástico, mas ampliando para os tipos de lixo como papel, plástico, vidro e metal e considerando a Matriz de Referência de Strieder (2012), podemos inferir a presença da categoria **(1R) Desocultamento da realidade**, pois entendemos que os estudantes recorreram ao conhecimento científico para compreender a natureza dos objetos do mundo real e suas características para, assim, realizarem o descarte adequado desses materiais.

A partir do momento em que as pessoas conhecerem as implicações do descarte inadequado e os benefícios da reciclagem para a sociedade e passam a

mudar sua postura frente a essa problemática, essa a participação social está relacionada ao reconhecimento dos problemas relacionados à CT. Nesse sentido, há a presença da categoria **(1P) Reconhecimento** (Strieder, 2012).

Percebemos que os estudantes utilizam como estratégias para que as pessoas se sintam motivadas a realizarem o descarte correto de seus resíduos o sistema de pontuação com ranking e valor em voucher, um sistema de troca entre as regras presentes para o descarte e o objeto em questão redução do descarte inadequado para a preservação ambiental.

Durante a discussão da proposta da Equipe 2 com os demais estudantes, foi possível perceber uma preocupação em entender as regras da proposta referente à contagem da quantidade de materiais a serem descartados em relação à soma das pontuações, como pode ser observado nos turnos 22 ao 34 do Quadro 51.

Quadro 51 -Episódio 6.2 Discussão sobre a proposta da Equipe 2.

Turnos	Sujeitos	Falas nas interações discursivas
22	E 12	Como é que vai ser feita a contagem de material descartado, o lixo? aí automaticamente ganhava pontos por isso?
23	E 14	As pessoas iriam em um ponto de coleta, iam para fazer essa troca do material, aí teria basicamente uma tabelinha de quanto o material vale para cada…[dependendo qual plástico é], quanto menos abundante digamos assim mais pode ganhar dinheiro.
24	E8	Esses produtos que foram descartados vão depender do tamanho, do tipo…?
25	E16	No site tem quais são os tipos de plásticos onde vai ter valor do ponto.
26	E4	[...] se ele for descartar em quilos, em quilos por exemplo, o plástico, vai ser a cada quilo ou vai ser... só pronto, eu descartei só plástico, aquele tipo de plástico. [conversas]
27	E15	Vai ter uns mais baratos, outros mais caros. O polietileno acho que é o mais barato, só vai diferenciar nessas medidas aí.
28	E14	Sei, é porque a pessoa não vai lá descartar apenas uma “lata” [um pote]. Ela vai lá com o tempo com a quantidade...
29	E14	Você vai ter coleta durante um bom tempo para poder descartar (palavra não id) …de uma vez só.
30	P	Respondeu?
31	E4	Respondeu, vamos ver outra. [conversas] -
32	E13	Respondeu, respondeu [acabou já de fazer pergunta] [calma E 13] [pelo amor de Deus professora, já já dá a hora de lanchar, tem que lanchar] [bora, bora]
33	E9	Os pontos desse site vão ser trocados pelo quê?
34	E16	dinheiro, é tipo o cartão que você fica passando que vocês podem adquirir desconto em algumas empresas ou até mesmo ser transformado em dinheiro.

35	P	Vocês falaram que tem a parte educativa no próprio site do aplicativo, né? Como é que seria, vocês iriam trabalhar apenas a questão do tipo do plástico? Como é que seria essa parte educativa? seria só apenas por imagem, ilustrativa?
36	E16	A senhora pode repetir professora?
37	P	Como é que seria essa parte educativa que vocês vão trazer, vocês disseram que ia atrelar essa parte né, aí eu vi que tinha algumas imagens, essa parte educativa seria apenas relacionado aos tipos de plásticos, ia ser de forma ilustrativa, como é que seria?
38	E14	Ilustrativa.
39	P	Só das imagens?
40	E14	Poderia colocar imagens que nem explicando algum texto.
41	E15	explicando como se descartar.
42	E14	04:16 Poderia também acrescentar também é, tipo pessoas especializadas no tema em questão de plástico, por exemplo, disponibilização de vídeos, palestras por exemplo, que possam explicar a importância do descarte adequado do plástico para o meio ambiente, e também a importância do uso exagerado do plástico para tentar mitigar a quantidade de plástico que vai se degradar.

Fonte: A autora, 2024.

Nos turnos 35 e 37 percebe-se que a professora direciona a discussão para outro aspecto muito citado na apresentação que foi em relação a ações educativas para as pessoas que possivelmente fossem acessar o aplicativo. Pela dimensão de conhecimentos científicos que seriam abordados no aplicativo para a sociedade apenas por ilustração não seria suficiente, principalmente por contemplar conhecimentos químicos importantes como ligações químicas, classificação de funções orgânicas e suas características que contribuem nas propriedades dos polímeros, dentre outros. Para abordar tais conhecimentos, considerando que possivelmente várias pessoas iriam acessar o aplicativo, apenas o uso de ilustração não é suficiente. Diante desse conflito, em querer disseminar o conhecimento, mas a ferramenta (a ilustração) não ser adequada e na tentativa de superar essa lacuna, o E14 no turno 42 menciona a disponibilização de vídeos, especialistas e palestras para ser trabalhada a importância do descarte e a redução do uso exagerado do plástico.

A partir do momento em que há uma reflexão dos pontos positivos e negativos quanto ao uso exagerado do plástico e a busca por postura mais sustentável, percebemos a presença da categoria **(2P) Decisão individual**. Esta categoria está relacionada à micro participação orientada no âmbito individual.

Na atividade desenvolvida pela Equipe 2 foi possível identificar, a partir das falas dos estudantes, três categorias da Matriz de Referência para a abordagem CTS proposta por Strieder (2012). A primeira, **(1R) Desocultamento da realidade,** voltada para o olhar sobre a Ciência e as duas últimas, **(1P) Reconhecimento e (2P) Decisão individual,** voltadas para o olhar sobre a sociedade, sobre os aspectos sociais. Em relação ao olhar sobre a tecnologia, quando o estudante propôs o aplicativo com o objetivo de motivar as pessoas, por ranking de pontos ou por valores de voucher, a uma mudança de comportamento social, ou seja, passar a realizar o descarte dos resíduos de forma adequada, a tecnologia passar a ser um sistema que altera a vida em sociedade. Nesse sentido, inferimos a categoria **(4D) Orientado** por entendermos que, nessa atividade, a tecnologia torna-se uma estrutura cultural.

6.7.3 Equipe 3

A apresentação da Equipe 3 (Anexo I) consistiu em utilizar um aplicativo, intitulado Ecoplast apoiado na ideia da logística reversa para conectar os consumidores e empresa para otimização da reciclagem do plástico, buscando a educação e conscientização para informar os usuários sobre a importância da reciclagem e os impactos ambientais negativos (Quadro 52).

Quadro 52 - Episódio 7.2 Discussão sobre a proposta da Equipe 3

Turnos	Sujeitos	Transcrição da Apresentação
1	E3	Eu vou falar um pouco sobre o que é Ecoplast. Ecoplast seria um aplicativo que teria uma logística reversa que conecta não só os consumidores, mas as empresas para a melhor reciclagem dos plásticos, os pontos seriam a educação e a conscientização que é informar aos usuários dos aplicativos sobre a importância da reciclagem de plásticos e impactos ambientais negativo que ele causa no nosso planeta e também a facilidade de reciclagem que seria ajudar os nossos usuários a localizar pontos de coleta de plástico é…próximos ou seja, de empresas que seriam parceiras conosco. Também temos o incentivo à reciclagem que seria implementar o sistema e (fala não compreendida) é…fazer a reciclagem com mais frequência, ou seja, estimular um prêmio para ele como fosse recompensas dentro do aplicativo, para poder incentivar ele a fazer a…como se chama o nome? [coleta?] [risada], coleta não, é como se entrega [entrega], enfim, [risadas] nas coletas certas.
2	E7	Agora eu vou falar sobre a (fala não compreendida) e suporte do aplicativo, seria oferecer uma plataforma para os usuários poderem se comunicar, é…trocando dicas, tirando dúvidas sobre a reciclagem dos plásticos e assim pode ser feito por meio de fóruns, chats, ao vivo ou sessões de perguntas e respostas. Aí tem o rastreamento e os relatórios que vão permitir que os usuários rastreiem suas atividades de reciclagem, vejam o impacto positivo que elas fizeram no meio ambiente e recebam depois um relatório periódico

		sobre todo o processo que foi, da coleta do lixo até quando ele foi reciclado, e a conexão com empresas de reciclagem que seria facilitar a conexão entre os usuários e as empresas ou as cooperativas de reciclagem promovendo uma rede eficiente para recolhimento e o processo do plástico reciclável.
3	E7	Aí agora eu vou falar dos componentes do sistema, é, seria um aplicativo para consumidores que permitisse que os usuários eles registrassem os resíduos plásticos, localizando o ponto de coleta próximo da sua residência ou da sua empresa e acompanhando o status da reciclagem, é…o portal para empresas que seriam uma interface para as empresas registrarem os resíduos de plástico gerado delas, agendarem uma coleta que seria um transporte do local central da coleta até o local da empresa e acompanharem também o impacto ambiental à reciclagem. Ou seja, também é desde a coleta até o a reciclagem do produto. Um *dashboard* para os recicladores que seria uma ferramenta é…gerenciando a coleta e o transporte do processo com visualização em tempo real dos fluxos dos resíduos que eles que foram transportados.
4	E 2	E sobre o que ela falou do portal para empresas, a gente tem como exemplo que o pessoal citou, O Boticário, que a empresa mesmo oferece ponto de coleta nas lojas e oferece também pontos em troca das embalagens com desconto e também tem o exemplo da Plácido que a gente foi visitar, que eles também oferecem desconto pra as pessoas quando levam material para reciclagem. Seria tipo uma forma de incentivo para as pessoas para realmente reciclar.
5	E2	Eu vou falar sobre o segundo ponto também sobre lixeiras inteligente, equipados com sensores para detectar (frase não compreendida) plásticos descartados enviando dados para o aplicativo e gerando recompensa para o usuário. Complementando o ponto dois, temos exemplos de alguns supermercados que disponibilizam aquelas grades de Coca-Cola retornável, a pessoa para comprar Coca-Cola retornável primeiro tem que levar o garrafão vazio e também O Boticário, que você vai levar os vidros, você pode conseguir desconto também.
6	E3	E falando da Coca-Cola é aquele negócio, se você for comprar o garrafão o primeiro garrafão é um valor um pouco maior do que você retornar com o que você já utilizou e também é um incentivo.
7	E7	E também utiliza uma logística reversa. A logística reversa como já deu a definição algumas empresas utilizam para seus clientes a opção de devolver embalagens, alguns utilizam porque essas embalagens são tóxicas para o meio ambiente e outras utilizam por realmente ter uma conscientização boa com o meio ambiente.
8	E2	Eu vou falar agora sobre o sistema de incentivo, como (frase não compreendida) tinha falado (frase não compreendida) para consumidores ser trocados por desconto em loja parceira, créditos para transporte público ou (frase não compreendida) sustentáveis. É, eu vou falar também sobre esses benefícios fiscais para a empresa que participam ativamente do sistema da logística reversa e atinge metas recicláveis.
9	E2	Como eles tinham falado da O Boticário que faz isso também, dá recompensa para o servidor.
10	E3	E voltando pro tópico de rede de coleta, nos estabelecimentos parceiros a gente colocou entre as escolas justamente pelo que a gente criou aqui na escola, onde a coleta não é uma coleta totalmente sustentável onde precisa de uma educação justamente com os alunos e a gente pensou em que, eu não coloquei no slide mas a gente tinha pensado em fazer, em ter palestras com essas empresas eu não fui pra visita técnica, mas essas empresas que usam a reciclagem fazem palestras em escolas onde o índice do uso de plástico ou do índice de menor reciclagem forem maiores para assim a gente

		ter uma consciência maior e reduzir o uso de plástico, ou até mesmo como E 3 falou em eletivas trazer a reciclagem de plásticos para eletivas como a sua que a gente tá falando sobre a reciclagem, mas também uma reciclagem prática, a gente poder fazer a reciclagem em si trazendo o lixo que a gente pode até aqui na escola mesmo, lixos que são usados aqui ou lixo que a gente tem em casa, trazendo pra aqui para usar é…de uma forma sustentável. É isso.

Fonte: A autora, 2024.

A Equipe 3 traz na sua proposta a ideia de premiação (turno 1) e interações entre os usuários da plataforma do aplicativo com o objetivo de as pessoas trocarem informações, tirarem dúvidas através de recursos como chats, fórum, vídeo chamadas e perguntas e respostas, oferecendo feedback para os usuários de suas atividades e do processo da reciclagem dos materiais descartados (turno 2).

Ao promover a interação entre os usuários do aplicativo, de acordo com o Sistema de Atividade de Engeström (2014), pode-se considerar a formação de uma comunidade com os objetivos em comum, realizar o descarte adequado, ganhar as premiações oferecidas pela plataforma, todos seguindo as regras estabelecidas pela Ecoplast e as trocas de informações sobre formas de separação de materiais, tipos de plásticos descartáveis, dentre outros, entre os usuários e empresas parceiras que receberão a matéria prima para reciclagem. As divisões de trabalho são estabelecidas pelas funções de cada entidade. Os usuários com o papel de entregar os materiais a serem descartados, a empresa parceira responsável por coletar esses materiais e reciclá-los e a Ecoplast no papel de mediar essas conexões e incentivar mais pessoas a participarem da comunidade.

Esta atividade apresenta vários elementos que podem ser trabalhados em diversas perspectivas, possibilitando o estudo das relações entre os componentes presentes dentro do sistema de atividades como os sujeitos, objeto, ferramentas, regras comunidade e divisão de trabalho. Não apenas esta proposta, mas para todas as atividades das demais equipes.

Em relação ao olhar sobre o uso da tecnologia na apresentação, inferimos a categoria **(4D) Orientado** por possibilitar o desenvolvimento de relações sociais com proposta das interações entre os usuários, compartilhando conhecimentos que foram construídos dentro de um contexto histórico-cultural.

A Equipe 3 também trouxe em sua proposta aspectos da logística reversa, inclusive citando exemplos que já existem no mercado como referência para embasar e justificar as ideias do grupo em relação ao cadastro de empresas na

plataforma para que elas possam receber seus resíduos após a cadeia de produção e consumo (turno 5). Considerando a Matriz de Referência para a abordagem CTS, percebemos que a proposta apresentada propõe a participação não apenas do usuário do aplicativo, mas de empresas para que estas recebam seus resíduos e percebam os impactos dos seus produtos no meio ambiente (turno 3) a partir de uma avaliação após produção, características da categoria **(3P) Decisão coletiva**.

No turno 10, o E 3 apresenta em sua fala sobre a importância de ampliar as discussões desenvolvidas ao longo dos momentos da SD para os demais estudantes da comunidade escolar, com palestras sobre a coleta seletiva e menciona que na escola a coleta não é realizada de forma sustentável. Também o estudante levanta uma reflexão sobre reduzir o uso do plástico, o que denota o desenvolvimento de práticas de consumo mais conscientes. Outro ponto é sua avaliação sobre a presente eletiva, em que o E3 afirma que estamos discutindo sobre a reciclagem, mas que fosse realizado na própria escola com materiais que pudessem ser trazidos de casa ou da própria escola.

A partir da fala do E 3, percebemos que o desenvolvimento da SD obteve pontos positivos uma vez que a equipe demonstrou o interesse em divulgar para mais pessoas o conhecimento que foi compartilhado e discutidos durante os momentos anteriores. E, diante do contexto de serem estudantes de uma escola técnica e por terem vivenciado diversos projetos que envolviam produções como, agenda sustentável a partir da reciclagem de sacos de cimento e bagaço de cana-de-açúcar, reuso de canos de PVC para produção de luminárias, elaboração de protótipo para alfabetização de adultos, dentre outros, apontaram que a eletiva poderia ter possibilitado a vivência da reciclagem na escola. Desse modo, reconhecemos o potencial de abordar temáticas relevantes que promovam reflexões para além do conteúdo, mas envolvendo outras áreas igualmente importantes como a abordagem CTS.

No momento da discussão sobre a proposta da Equipe 3 (Quadro 53), a professora instiga os estudantes a falarem o que acharam da apresentação (turno 14), lembrando sobre as regras estabelecidas para esse momento da atividade (turno 16).

O E8 ao indagar sobre a cesta inteligente, percebe-se que ele havia compreendido o conceito de forma diferente, como se a cesta fosse realizar a identificação dos materiais descartados nela. Possivelmente essa interpretação foi

baseada nos significados presentes na palavra ‘inteligente’ quando agregada ao objeto, trazendo a ideia do “fazer sozinho” ou “fazer por você”. No entanto, a equipe trouxe a cesta conectada com o aplicativo para o usuário do sistema localizá-la (turno 18). Mesmo que o E 8 tenha apresentado outra interpretação, sua visão é bem interessante, o que poderia contribuir para a identificação de pedaços de plásticos de forma mais precisa quando não houvesse a possibilidade de verificar o símbolo do polímero que compõe o material em questão.

Quadro 53 - Episódio 7.2 Discussão sobre a proposta da Equipe 3

Turnos	Sujeitos	Falas nas interações discursivas
14	P	Vamos para as discussões agora, né? Aí eu quero ver as demais equipes, o que que vocês acharam?
15	-	(falas não compreendidas)
16	P	Tem que falar por vez por vez, um por vez.
17	E 8	Eu não sei se eu ouvi, mas nos pontos de coleta vai ter cesta inteligente é?
18	E 2	A cesta inteligente a gente…foi justamente no aplicativo, a cesta inteligente seria a cesta conectada com o aplicativo, entendeu? Para a pessoa saber onde é que está aquela cesta para fazer coleta.
19	E 8	É porque eu pensei ter ouvido que a cesta tinha identificado o tipo de...
20	E 2	Não.
21	P	Teria que ter um sensor para identificar o tipo de polímero, se é PP, PE, PEAD, PS...
22	P	Que mais, gente?
23	E 8	Só isso mesmo.
24	E 2	sua dúvida foi bem esclarecida?
25	E 8	Foi.
26	P	Vamos lá, vamos lá! O que mais, pessoal? Os demais?
27	E 4	Ei, pô, eu sou aluno. Eu tenho dúvida, tá ligado! [gíria]
28	P	Tire suas dúvidas (palavra não compreendida)
29	E 4	É…o sistema de divulgação serve para que, vocês falaram?
30	E 2	Não.
31	E 3	Todo o trabalho feito por cidadãos que seria feito pelo Estado, obrigatoriamente, o Estado contribui de alguma forma. Não sei se poderia haver alguma legislação ou não, mas sempre... Até quando tem... Como chama o nome daquele negócio que ajuda as pessoas?
32	P	ONG’s?
33	E 3	ONGs. Também são com a ajuda do governo porque eles fazem umas coisas que era para o governo fazer, porém ele não faz. Seria da mesma forma. A gente está fazendo uma coisa pelo governo e ele tem que nos ajudar [conversas].

34	E 7	Então, o nosso foco, (palavra não compreendida) realmente é o relacionamento da empresa com o consumidor, aí a empresa seria meio que responsável pela divulgação dos centros de coleta [com a ajuda do Estado].
35	E 2	Aquelas placas grandona nas…[não, não, não, não]
36	E 3	Agora (fala não compreendida) que o Estado faz que é muito boa aliás, poderia servir também.
37	P	E aí, pessoal [falas], vamos (fala não compreendida) tem alguma dúvida, alguma contribuição que poderia acrescentar à solução da equipe?
38-41	-	Conversas aleatórias
42	P	Pronto, pronto, pronto! Então, vejam só! No trabalho de vocês e diante da gente observando e conhecendo o nosso contexto histórico-cultural, né? Qual é o nosso contexto histórico como pessoa dentro de uma sociedade, a forma como a gente convive dentro da nossa cultura? Tudo isso influencia na forma como a gente age diante das situações. Então, qual seria o principal impacto que vocês consideram com a ideia que vocês trouxeram dentro da sociedade, considerando que as pessoas têm uma forma de pensar, tem uma forma de viver culturalmente? Como a gente já sabe e como foi citado aqui. Então, qual seria o maior impacto que a ideia de vocês pode contribuir para a sociedade?
43	E 2	Além da gente conscientizar ela com o nosso site a gente vê que se elas não forem convencidas só pelo (fala não compreendida)...porque isso vai gerar um benefício pra elas, seria…(fala não compreendida) em troca dos materiais.
44	P	E na questão ambiental?
45	E 2	Seria bom porque…(fala não compreendida)...meio ambiente…(fala não compreendida)

Fonte: A autora, 2024.

Um ponto bastante relevante é a menção da participação do Estado na divulgação como ocorre nas Organizações Não Governamentais – ONGs, conforme pode ser observado nos turnos 31 e 33. Nesse sentido, está atrelando às questões da divulgação da importância da preservação ambiental, do descarte de resíduos em locais corretos a **(5P) Esfera Política**, em que a participação social ocorre a partir de políticas públicas.

6.7.4 Equipe 4

A proposta da Equipe 4 (Anexo J) consistiu em realizar a coleta seletiva por caminhões que, nos pontos presentes em suas respectivas rotas, os lixos já seriam distribuídos em papel, metal, plástico e vidro e com o uso de aplicativos para realizar o agendamento da coleta na própria residência, conforme apresentado no Quadro 54, turno 2.

Os estudantes trouxeram mais informações sobre os processos de triagem durante a separação dos materiais a serem reciclados (turno 3), sobre o uso da

tecnologia nos diferentes processos de reciclagem (turno 4), mencionando sobre o reaproveitamento do lixo orgânico em compostagens comunitárias, a importância da separação dos resíduos domésticos para facilitar a coleta pelos recicladores porta-a-porta (turno 5).

Quadro 54 - Episódio 8.1 Apresentação da proposta da Equipe 4

Turnos	Sujeitos	Transcrição da Apresentação
1	E11	E vamos dar continuidade à reciclagem de lixo, é, uma solução essencial. A reciclagem é fundamental para a sustentabilidade ambiental, através da coleta transforma em processamento e triagens adequadas podemos reduzir o impacto do lixo no planeta e promover a reutilização de materiais.
2	E11	Bom, eu vou falar um pouco sobre a coleta e o transporte do lixo que são meio que já fiz a solução. É…a coleta seletiva ela garante a separação do lixo reciclável e sua origem e facilitando o transporte e processamento, aí a política efici…a política não desculpa, a logística eficiente que são as rotas otimizadas e veículos adequados para transportes de diferentes tipos de resíduos que são essenciais para garantir um processo eficiente. (frase não id) A tecnologia e inovação que são sistemas de rastreamento de coletas no caso plataformas digitais para agendamentos e gerenciamentos de resíduos que além de veículos elétricos contribuem para a sustentabilidade e eficiência, no caso vai ser como se fosse uma empresa juntando a logística e o mesmo aplicativo que hoje o…cada caminhão tem tipo suas…[rotas?] é, tipo em cada rota teria um ponto e nesse ponto os lixos seriam distribuídos por plástico, metal, essas coisas assim e estaria descartados da forma correta, daí…sim e também existiria um aplicativo onde seria o agendamento no caso ou ele vem pegar em casa também pra agendar ou pegar na minha casa…(frase não id).
3	E13	02:01 Eu vou falar sobre processamento e triagem separando os para a reciclagem. Triagem manual, em alguns casos a triagem manual é necessária para separar materiais complexos ou de difícil identificação, triagem automática equipamentos como separados magnéticos ópticos [ruído] (frase não id) …permitem uma triagem rápida e precisa de diversos tipos de materiais, tecnologia de ponto de triagem sensores inteligentes que (frase não id) e divisão computacional, podemos sediar na identificação e separação dos materiais aumentando a eficiência e precisão da triagem.
4	E10	Bom, eu vou falar um pouco é… tipo de como reciclar com a tecnologia tipo, podemos indicar como a reciclagem química, a bioplástico e a reciclagem mecânica, a reciclagem química ela transforma materiais como plástico em seus componentes originais é…permitindo a criação de novos produtos. O bioplástico são compostos por materiais de origem biológica podendo ser biodegradável e compostáveis reduzindo o impacto ambiental e a mecânica é o processo mais comuns de materiais como o papel, metal e vidro são triturados, separados e transformados em novos produtos, é…usando uma tecnologia inovadora podemos conseguir uma boa reciclagem e evitar impactos ambientais.
5	E13	Exemplos de sucesso de reciclagem de lixo. Programas de compostagem em comunidades, em diversas comunidades e cidades produzem compostagem comunitário permitem que os moradores transformem os resíduos orgânicos em adubos para jardins. Coleta seletiva porta a porta, em várias cidades o serviço de coleta seletiva porta a porta incentiva a separação do lixo e facilita o acesso a reciclagem para os moradores. Parceiros, parcerias público-privadas, a colaboração entre o governo e empresas privadas é essencial para desenvolver e implementar soluções

		inovadoras para questões dos resíduos.

Fonte: A autora, 2024.

Embora os estudantes tenham realizado uma apresentação com uma proposta mais simples em relação às demais equipes, eles enfatizaram mais o olhar para tecnologia no sentido da técnica quando relacionam os tipos de reciclagem à tecnologia (turno 4) como a reciclagem química, a produção de bioplásticos e a reciclagem mecânica, elegendo o uso de tecnologias inovadoras na redução dos impactos ambientais. Nesse sentido, de acordo com a Matriz de Referência proposta por Strieder (2012), podemos inferir no contexto da fala do estudante E10 a categoria **(3D) Especificidades**, considerando a tecnologia como classe de conhecimento e a categoria **(2D) Sinônimo de progresso**, considerando o otimismo do uso da tecnologia para evitar os impactos ambientais.

A equipe trouxe também a ideia da compostagem comunitária de materiais orgânicos para a produção de adubos para jardins, uma forma de reduzir a quantidade de lixo e reaproveitar os resíduos orgânicos. Essa proposta mostra que os estudantes não ficaram apenas restritos ao conteúdo e temática abordados pela professora. No entanto, para que haja a separação dos resíduos para a realização da compostagem coletiva, faz-se necessários alguns conhecimentos para que haja a eficiência, segurança e sustentabilidade do processo.

Outra categoria que podemos destacar é **(5P) Esferas Políticas**, quando o E13 traz como parte da proposta da sua equipe a participação e parcerias entre instituições públicas e privadas para desenvolver e implementar soluções ditas como inovadoras para a gestão de resíduos.

Após o momento de apresentação da equipe ocorreu o momento de interação entre os demais estudantes presentes da turma. Diante da ausência de perguntas por parte dos demais estudantes que assistiram à apresentação da equipe 4, a professora iniciou a interação levantando os pontos importantes abordados pelos estudantes e fazendo alguns questionamentos para maiores esclarecimentos e perceber as relações feitas por eles.

Quadro 55 - Episódio 8.2 Discussão sobre a proposta da Equipe 4

Turnos	Sujeitos	Falas nas interações discursivas
7	P	Vamos lá! O que que vocês acharam? Alguma contribuição?
8	P	Vocês da equipe, vocês falaram sobre várias coisas. Vocês trouxeram a questão

		de bioplástico, a questão de compostagem orgânica. vocês trouxeram até uma possível condição da questão de um agendamento para que vir o caminhão naquela respectiva rota para fazer a coleta. Aí eu tenho algumas perguntas para vocês. Com relação à essa questão do agendamento, como é que seria esse agendamento? Porque, por exemplo, uma mesma rua esse caminhão vai terminar passando várias e várias vezes ou no dia ou numa semana. Seria viável esse agendamento? Como é que seria esse agendamento?
9	E11	A gente pensou em uma determinada semana ter meio que alguns dias tipo alguns dias exclusivos de três dias na semana, aí o pessoal da rua e no caso ia já no aplicativo e fazer o agendamento aí meio que o dia que tivesse mais agendamentos seria informado no aplicativo da pessoa e (fala não id). [certo].
10	P	Foi isso que eu estava pensando, nessa dúvida. Como vocês trouxeram essas questões de várias coisas, mas fazendo um resumo da ideia de vocês de uma forma mais concreta, como é que seria a aplicabilidade dessa ideia que vocês trouxeram? [...] Então trazendo isso para nossa questão do polímero, desse conhecimento dos tipos de plástico que têm a ver com os tipos de polímeros que vão ser usados e sua aplicabilidade, trazendo pra esse contexto, como é que seria de uma forma mais prática a solução que vocês tão propondo?
11	E13	É…coletar e transportar o lixo que é essencial fazer essa (fala não id) o transporte de maneira adequada pra que o lixo não se perca e seja posto em lugares não adequados também a…o processo e a triagem do plástico para que seja encaminhado cada polímero a seu lugar devidamente e acrescentar tecnologia e a inovação dentro desse termo de reciclagem que o jovem hoje em dia estão mais inseridos na tecnologia né, aí isso chamaria a atenção das pessoas mais jovens e também a coleta seria um negócio mais simplificado e faria com que os velhos, as pessoas mais velhas, conseguissem também participar desse projeto.

Fonte: A autora, 2024.

Foi possível perceber a dificuldade que os estudantes tiveram em explicar melhor a logística da proposta apresentada. E na intenção de verificar a aprendizagem do conhecimento científico acerca de os polímeros e/ou relações sobre o olhar para Ciência pela equipe, a professora tentou retomar para o contexto da temática abordada (turno 10). O E13 apontou a importância da triagem no processo de reciclagem com a finalidade de direcionar cada polímero em seu devido lugar, o que se sugere que o estudante compreendeu que cada polímero tem suas classificações e propriedades e que, no processo de reciclagem tal conhecimento deve ser considerado, como bem explicado durante a atividade experimental realizada no laboratório da escola e na visita técnica à empresa de reciclagem.

6.7.5 Equipe 5

Os estudantes da Equipe 5 trouxeram uma proposta (Anexo K) para o descarte adequado do lixo eletrônico considerando que tais equipamentos, além dos

metais pesados presentes nas peças serem um importante poluente para o meio ambiente, eles pensaram nos plásticos em que as peças eletrônicas são presas, chamadas popularmente de carcaça. A equipe buscou articular dois grandes problemas para o meio ambiente o lixo eletrônico e o lixo plástico, como pode ser observado na transcrição da apresentação no Quadro 57.

Quadro 56 - Apresentação da proposta da Equipe 5.

Turnos	Sujeitos	Transcrição da apresentação
1	E12	Nós vamos dar início a nossa apresentação (frase não compreendida) do nosso aplicativo e site e-Recicle que é focado na reciclagem do lixo eletrônico, esse que contém também plástico e é bastante prejudicial para a questão ambiental.
2	E8	Vou falar um pouco da problemática do plástico, o plástico é um dos grandes agravantes ultimamente, pois ele é feito em grande quantidade, quantidade de massa que muitas vezes nós não descartamos de forma correta. Sempre jogando lixo ali, pois não temos um anúncio, assim, no jornal, numa televisão, num aparelho dizendo: jogue o lixo reciclável aqui, jogue plástico aqui. Não tem. Agora passo para E 4 que vai falar sobre o lixo eletrônico.
3	E4	É…o lixo eletrônico assim, no século de hoje é…o avanço tecnológico foi muito grande e por isso o lixo eletrônico ele foi mais evoluindo, né e um dos problemas disso é a falta de conscientização que muitas empresas elas fabricam né tipos de eletrônicos, placas etc., mas só que não descartam de forma devida. Isso também tem metais como chumbo né é…o cádmio, se não me engano e é isso.
4	E12	E são substâncias Químicas que podem provocar grandes doenças ao ser humano. Os plásticos também viram microplásticos ao se degradarem no mar onde os peixes comem, entram na cadeia alimentar e volta para a gente e acaba a gente criando grandes doenças.
5	E8	E essas substâncias é..., tipo [*gíria*], metais pesados como chumbo, aí prejudica bastante a vida.
6	E9	Agora a gente trouxe aqui um gráfico pra representar melhor o descarte desse lixo eletrônico. No Brasil dois milhões de toneladas de lixo eletrônico são descartados anualmente, mas apenas 2% são reaproveitados colocando o país como o 5° maior produtor global desse resíduo. Aí a gente trouxe um ranking aqui dos maiores produtores de lixo eletrônico. A China está em primeiro lugar, o Brasil está no quinto é… Logo depois da China vem os Estados Unidos seguido da Índia e do Japão.
7	E12	A nossa solução é promover a redução desse descarte inadequado de lixo eletrônico contribuindo também para a preservação ambiental, a primeira etapa é o recolhimento desse lixo eletrônico que vai ser através de ecopontos de coleta que vai ser espalhados por toda a cidade e esses pontos de coleta vão ser identificáveis através do nosso site e ou aplicativo e a próxima etapa que é uma possível…uma possível opção é a recuperação dos componentes úteis, fazendo uma triagem desse lixo eletrônico pra separar os materiais e isso poderá produzir novos produtos sustentáveis pra posterior comercialização ou também [ruído de cadeira] pode fazer a venda de materiais específicos como o plástico por exemplo para as empresas que usam esse material.

8	E4	Bom, dando continuidade a solução que o nosso amigo falou, é…a gente utilizou em nosso curso que é sistema para criar um site e aplicativo que visa conscientizar é…o descarte incorreto desse lixo e também como vocês podem ver a gente também em nosso site tem um mapa que marca os ecopontos de coleta de lixo, aí quando você vê lá vai estar os pontos de coleta no lugar certo.
9	E9	Bom, agora eu vou falar um pouco sobre as vantagens competitivas do nosso site. Bom, a primeira delas é o compromisso ambiental assim como já foi falado pelos outros integrantes do grupo, a gente busca sempre é… reciclar os materiais ou os plásticos contidos nos lixos eletrônicos já para ter esse compromisso com o meio ambiente e também repassar…é…voltando, e também repassar esse compromisso que a gente tem para ganhar confiança dos nossos clientes e também empresas parceiras que façam parceria com o nosso site. Bom, também temos o (nome não compreendido) que é basicamente uma política que a gente usa pra expandir o site, expandir a empresa é como E 12 havia falado, vendendo as nossas matérias primas recicladas pra outras empresas que usam esse material. Bom, temos também a matéria prima econômica que já foi falado a reciclagem a gente sempre vai buscar a matéria prima vinda da reciclagem porque é uma matéria prima mais econômica além, é claro de não agredir o meio ambiente e ajudar nessa causa.
10	E12	Só fazendo um resumo geral a gente trouxe o site aplicativo que vai ter os pontos de coleta para que a gente possa recolher esse lixo eletrônico, ser feito uma triagem com a separação dos componentes úteis, separando o plástico para poder fazer uma possível venda desse material e assim diminuir o impacto dele no meio ambiente porque ele vai estar sendo corretamente recolhido e vendido para gerar lucro.
11	E8	O site também vai ter a parte da conscientização, alguns tipos de textos e tal para mostrar e indicar qual lixo deve estar no seu lugar.
12	E12	Seja a mudança que o mundo precisa, seja consciente e-recicle.

Fonte: A autora, 2024.

Percebemos que a Equipe 5 transcendeu ao que foi solicitado ao incluir outra demanda que afeta bastante o meio ambiente que é o descarte inadequado do lixo eletrônico. Os estudantes embasaram os seus argumentos a partir de um levantamento realizado a nível global ao apresentar o ranking dos países que mais realizam o descarte do lixo eletrônico, como pode ser visto no turno 6. E que esse aumento é devido ao desenvolvimento rápido de novas tecnologias, a falta de conscientização sobre o descarte e a falta de responsabilização de empresas sobre seus produtos (turno 3).

Em relação às ideias colocadas pelos estudantes no turno 3, percebe-se que se aproxima de uma percepção da tecnologia como algo que não influencia e nem é influenciada pela sociedade, seu desenvolvimento é crescente e a falta de conscientização sobre os danos do seu descarte na natureza não é observado ou

problematizado. Neste sentido, tais articulações aproximam-se da categoria **(1D) Neutro**, em que a tecnologia é vista como uma ferramenta que satisfaz as necessidades humanas.

Os estudantes trouxeram os aspectos culturais em relação ao descarte de plástico que geralmente a sociedade não o faz de forma adequada, jogando o lixo em qualquer lugar, inferindo a necessidade de um maior incentivo para a população através dos meios de comunicação de forma educativa, enfatizando a importância do descarte adequado e indicando os locais para as coletas (turno 2).

Como proposta, a Equipe apresentou o e-Recicle, uma empresa que seria responsável por distribuir coletores seletivos para que as pessoas pudessem descartar o lixo eletrônico e as carcaças de forma adequada e que os pontos seriam indicados no site e no aplicativo. Como meio de suprir a ausência de informações sobre a importância do descarte correto e as possíveis implicações sociais e ambientais, os estudantes também apresentaram na sua proposta que seriam disponibilizados materiais como textos educativos para as pessoas que acessarem a plataforma e-Recicle.

Após a apresentação foram promovidas discussões para que os estudantes pudessem interagir e expor seus pontos de vista, contribuições ou questionamentos sobre a proposta apresentada. No entanto, pode-se perceber que a professora teve que intervir, levantando questionamentos porque poucos estudantes além da Equipe estavam interagindo, como pode ser observado no turno 23 do Quadro 57.

Quadro 57 - Interações sobre a apresentação da Equipe 5.

Turnos	Sujeitos	Falas nas interações discursivas
22	E2	O nosso grupo a gente compactuou com a ideia do projeto deles porque basicamente também o nosso projeto era basicamente a mesma coisa.
23	P	Eu vou fazer algumas perguntas, certo? Já que vocês estão tão quietos. Então vocês pensaram em fazer o site e/ou aplicativo e como é que seria a divulgação para que as pessoas tenham acesso?
24	E4	É uma coisa que (frase não compreendida) divulgando o site e também com cartazes assim em redes sociais.
25	E8	Hoje em dia as redes sociais são muito importantes, ainda mais para alcançar o público jovem, então uma divulgação bem forte nas redes sociais é bem legal também.
26	E4	O apoio de empresas parceiras também para divulgar.
27	E4	A Locar…[*Empresa responsável pela coleta de lixo no município*]

28	E8	Aquele negócio de baixo que a gente foi também.
29	P	Qual negócio de baixo que a gente foi?
30	E8	A Plastic.
31	P	A Plácido?
32	E8	Sim. A gente pode até vender para eles também o plástico.
33	P	Vocês acham que as pessoas de baixa renda iam ter facilidade em acessar o material de vocês?
34	E12	Sim porque o site é bem simplificado a gente o fez para ser bem acessível mesmo.
35	E9	É bem minimalista, bem minimalista. Você chega e…vai ter um mapa, vai ter uma barrinha de pesquisa pra você achar os ecopontos de coleta.
36	E12	Bem intuitivo o site.
37	P	Certo. Porque a ideia é a gente considerar todo o público da sociedade, independente da questão de classe social e econômica, de alfabetização... Essas questões terminam de certa forma sendo uma barreira para as pessoas terem acesso a certas oportunidades e informações que, nesse caso, seria o descarte.
38	E9	E outro ponto interessante também é que mesmo você não tendo, por exemplo, o acesso a esse site, mas mesmo assim haverá os ecopontos de coleta. Então ainda haverá o recolhimento desse lixo, mesmo que você não saiba, é…onde procurar no site, mas que você saiba: eu ouvi dizer que o ecoponto de coleta é em tal lugar. Aí eu posso ir lá recolher o lixo, deixar o lixo lá.
39	P	Certo, e nessa questão do ponto de coleta como é que vocês pensaram em fazer a o recolhimento desses materiais? Vai para onde?
40	E4	Seria em parceria com a empresa de recolhimento de lixo, que nesse caso em Vitória é a Locar.
41	P	Que no caso seria específico para o plástico? E aí vocês trouxeram as ideias do lixo eletrônico também.
42	E8	É, teria lá os locais dividindo lixo eletrônico e plástico porque muitas vezes o plástico também tem no lixo eletrônico que são as carcaças. Então aí seria tudo jogado para o plástico.
43	E8	Se tiver como fazer essa separação do componente, dos plásticos e do eletrônico em si antes, pode jogar separado. Mas se jogar junto esse lixo eletrônico, porque embaixo são acoplados, aí faz outra triagem, outro processo de separar os componentes.
44	P	E agora quero saber de vocês, dessas vivências que nós tivemos, quais foram os principais pontos positivos, os impactos que vocês acham que o conhecimento que nós tivemos durante a eletiva contribuíram para a formação de vocês?
45	E9	Aí tem uma boa conscientização né, sobre o descarte de lixo obviamente, também teve relacionado aos polímeros que eu mesmo não sabia

		particularmente e com a eletiva ficou bem abrangente e a gente aprendeu muita coisa.
46	P	Sim, voltando aos polímeros vocês não conheciam.
47	E4	Os impactos também que eles deixavam no meio ambiente, (frase não compreendida) esse conhecimento dos impactos negativos que eles causam, é…dar mais uma motivação para procurar uma alternativa que venha a evitar isso, assim como é o nosso site aplicativo que visa diminuir o descarte inadequado.

Fonte: A autora, 2024.

De acordo com a TA, podemos inferir as possíveis contradições primárias neste 7º momento da atividade. Em relação aos sujeitos, percebe-se que houve uma tensão entre a compreensão individual dos problemas e a construção coletiva das soluções propostas pelas equipes. A elaboração e a apresentação das propostas permitiram aos estudantes consolidarem e aplicarem os conhecimentos adquiridos, revelando tensões na articulação de ideias e na defesa das soluções.

Em relação às ferramentas, além das que foram indicadas para a atividade como televisor, computador, slides como material produzido para a apresentação e a linguagem nas discussões, os estudantes propuseram desenvolvimento e o uso de aplicativos e sites para a divulgação e implementação das ideias, inclusive como meio de articulação entre a população, aplicativo e empresa parceiras para a organização da logística da coleta seletiva para a realização da reciclagem, possibilidade dos usuários adquirirem pontos, voucher ou descontos a partir de rankings.

Considerando como o objeto da atividade as soluções para o problema do descarte inadequado de plásticos, inferimos a contradição entre as soluções teóricas propostas pelos estudantes e a viabilidade prática dessas soluções. A defesa das propostas estimulou a argumentação e a articulação de ideias, mas também evidenciou desafios na implementação prática das soluções sugeridas como, por exemplo, a proposta da equipe 3 que trouxe a aplicação de multas e monitoramento por câmeras como meios incentivadores para o descarte adequado do lixo.

A contradição na divisão de trabalho esteve entre a organização dos grupos e a necessidade de maior coordenação e colaboração entre as diferentes equipes. A articulação de forma integrada entre as equipes poderia ter fortalecido a coerência e a viabilidade das propostas.

Em relação à comunidade formada na atividade, embora tenha a participação da comunidade escolar por considerar a professora e a turma, uma vez que algumas equipes mencionaram a participação das esferas pública e privada, poderia ter a participação de algumas autoridades locais, trazendo contribuições para a articulação dos aspectos que incluem a sociedade.

A contradição referente às regras esteve presente entre o tempo limitado para as apresentações e a necessidade de maior flexibilidade para explorar as articulações entre os aspectos da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade, e inclusive a possibilidade da aplicação das propostas para observar a presença das demais contradições, como a terciária e a quaternária.

Breve síntese dos resultados

Em geral, os resultados e discussão apresentados apontam que a Teoria da Atividade articulada com a abordagem CTS no ensino dos conceitos sobre polímeros promoveu uma aprendizagem crítica e contextualizada sobre o tema e suas implicações ambientais e sociais.

No 1º momento a aplicação do questionário evidenciou a importância da mediação dos questionários para revelar as concepções prévias dos alunos. A contradição primária, ou seja, a discrepância entre o conhecimento atual e o conhecimento esperado, serviu como ponto de partida para planejar intervenções pedagógicas futuras.

No 2º momento a discussão dos vídeos permitiu aos estudantes confrontarem suas concepções prévias com novas informações, facilitando a internalização de conceitos. A mediação da professora foi crucial para guiar a discussão, revelando múltiplas vozes e perspectivas dentro da comunidade de aprendizagem.

A aula expositiva dialogada no 3º momento forneceu uma base teórica fundamental sobre os conhecimentos científicos dos polímeros, como classificação, estrutura, propriedades, aplicações, o que contribuiu para a realização de articulações nas atividades seguintes.

No 4º momento com a atividade experimental foi possível articular a prática com os conceitos teóricos, como o processo de separação dos polímeros e identificação por densidade, a partir da ficha experimental desenvolvida também a partir da TA. Mesmo que alguns estudantes tenham tido dificuldade de identificar

algumas amostras de polímeros utilizada nesta atividade pela densidade, foi possível perceber que a interação e colaboração entre os estudantes contribuiu na ZDP coletiva (Engeström, 1987).

A visita técnica no 5º momento proporcionou aos estudantes uma experiência concreta e contextualizada, permitindo-os observar diretamente a aplicação dos conceitos estudados. Essa atividade mediada pela observação e interação direta com os profissionais da empresa facilitou a internalização dos processos de reciclagem a partir do olhar sobre a tecnologia, bem como a importância de sua realização para minimizar os impactos do descarte inadequado no meio ambiente. Nesse sentido, percebe-se a presença dos aspectos da tecnologia e da sociedade.

O 6º momento foi destinado para que estudantes de algumas equipes realizassem pesquisas, observações e entrevistas com alguns funcionários da comunidade escolar sobre o descarte de plásticos e uso de coletores seletivos, para auxiliar os estudantes, junto com todas as discussões e experiências anteriores, a elaborarem propostas que incentivassem o descarte adequado do lixo, especialmente de materiais plásticos, e promovam a reciclagem com o objetivo de minimizar a poluição ambiental causada por esses materiais.

O 7º momento foi reservado para a elaboração e apresentação das propostas permitiram aos estudantes consolidarem e aplicarem os conhecimentos adquiridos. A defesa das propostas estimulou a argumentação e a articulação de ideias, evidenciando a mediação contínua e a importância das interações socioculturais no desenvolvimento da consciência crítica dos alunos.

Foi possível identificar algumas categorias presentes na Matriz de Referência para a abordagem CTS (Strieder, 2012) nas produções e nas interações dos estudantes. Percebe-se que o conjunto de atividades proposto aos estudantes sobre o tema polímero possibilitou a articulação entre os aspectos da Ciência, Tecnologia e da Sociedade, quando correlacionaram o conhecimento científico sobre os polímeros, as aplicações desses materiais e as implicações ambientais, elencando caminhos para incentivar a comunidade escolar e a sociedade a descartarem de forma adequada seus resíduos domésticos, em especial o plástico para ser reciclado.

Analisando os momentos a partir da Teoria da Atividade, os estudantes vivenciaram as atividades em diferentes contextos e foram mediados aos objetos por ferramentas diversificadas. Foi possível perceber a heterogeneidade de pensamento

nas interações discursivas a partir as múltiplas vozes expressas na comunidade, considerando as divisões de trabalho e as regras estabelecidas. A Teoria da Atividade nos oferece uma estrutura conceitual e hipóteses sobre como os indivíduos se relacionam com o processo de aprendizagem por meio de um objeto e de um objetivo. Ela nos leva a considerar o ensino como uma atividade, onde o conhecimento é visto em suas múltiplas dimensões como um produto da atividade humana. Assim, cada conceito ou conteúdo reflete claramente o processo sócio-histórico de sua produção.

Sobre as contribuições das atividades experimentais para a abordagem CTS, sob a perspectiva Silva, Machado e Tunes (2011) como mencionado na fundamentação teórica, foram consideradas os vídeos, o experimento demonstrativo-investigativo e a visita técnica. Os vídeos, enquanto ferramenta, mediaram os estudantes ao objeto que foi ‘a importância do descarte adequado do plástico’ de uma forma contextualizada, em que os discentes puderam conhecer sua produção, o contexto histórico da introdução do plástico na sociedade e a forma pela qual foi sendo incorporado culturalmente sob a luz do descarte, sem preocupações com o ‘jogar fora’. Os estudantes puderam conhecer os impactos do plástico nos oceanos com formação das ilhas de plásticos pelas correntes marinhas, as consequências na vida animal como, por exemplo, peixes, plânctons, baleias, tartarugas e aves e na cadeia alimentar através das toxinas liberadas pelas nanopartículas provenientes da degradação do plástico. Além disso, eles tiveram a oportunidade de observar os vários pontos do Rio Tapacurá que corta o município de Vitória de Santo Antão – PE com uma grande quantidade de lixo, inclusive plástico, descartado inadequadamente.

Em relação à atividade experimental demonstrativa-investigativa realizada no laboratório, os estudantes tiveram a oportunidade de, a partir dos conceitos abordados na aula expositiva dialogada, vivenciar a parte inicial do processo da reciclagem, que foi a identificação das amostras de polímeros disponibilizadas. Para a realização da atividade eles tiveram que observar o comportamento das amostras considerando a densidade, em equipe analisar as anotações para identificá-las. Além disso, tiveram que responder às perguntas relacionadas às amostras identificadas de forma contextualizada, sobre o tempo de degradação, as implicações ambientas do descarte inadequado, a importância dos símbolos que identificam os tipos de polímeros, dentre outras.

Já a visita técnica, entendo como uma atividade experimental apenas demonstrativa, em que os estudantes realizaram observações, eles tiveram a oportunidade de vivenciar as etapas do processo da reciclagem a nível industrial, conhecendo a política e a logística da empresa, armazenamento dos materiais recebido, separação, as tecnologias empregadas no processo até a etapa de produção do material reciclado.

Percebe-se que as atividades experimentais propostas foram diversificadas, desenvolvidas em contextos e ao mesmo tempo complementares. Possibilitaram aos estudantes o desenvolvimento da aprendizagem além dos conhecimentos conceituais, mas conhecimentos tecnológicos e sociais, contribuindo para uma formação crítica, como apresentado na análise dos materiais produzidos pelos estudantes, nas falas durante as interações discursivas e nas propostas apresentadas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa pesquisa buscou analisar contribuições da estruturação de atividades em um sistema, considerando as inter-relações entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais, para a aprendizagem sobre polímeros.

Atendendo aos objetivos específicos, em relação ao mapeamento das concepções prévias dos estudantes sobre polímeros e descarte de plásticos, demonstraram uma compreensão geral dos conceitos relacionados aos polímeros, identificando satisfatoriamente sua presença em uma variedade de objetos cotidianos. Embora, algumas respostas revelaram confusão conceitual ou falta de conhecimento sobre a definição mais precisa de polímeros

Em relação à análise das relações e contradições em um sistema de atividades estruturadas para favorecer a aprendizagem de conceitos sobre polímeros, sob a perspectiva da abordagem CTS, a presente pesquisa demonstrou que o conjunto de atividade proposto possibilitou aos estudantes vivências em diferentes contextos, sendo mediados aos objetos de estudos por ferramentas diversas, interagindo com vários atores que constituíram a comunidade durante o desenvolvimento das atividades. As divisões de trabalho presentes nas atividades propostas favoreceu ao entendimento sobre as funções e as tarefas a serem realizadas entre os membros da comunidade e as regras que regulamentaram as tarefas realizadas.

Nas atividades propostas foi possível perceber a presença dos elementos da Teoria da Atividade, em que o coletivo foi mediado pelos artefatos mediadores aos objetos, considerando as múltiplas vozes dos diferentes atores que compuseram a comunidade. A presença da historicidade, uma vez que foram considerados os contextos histórico-culturais em que os estudantes estiveram inseridos durante a mediação com os objetos propostos. Além disso, foi possível encontrar algumas contradições nos momentos analisados, que auxiliaram no processo da aprendizagem.

Em relação à análise da compreensão expressa pelos estudantes e as relações entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais sobre polímeros nas produções e discursos ao longo das atividades, foi possível verificar a promoção da consciência crítica dos estudantes sobre o impacto ambiental e social dos polímeros,

em todos os momentos das atividades os estudantes sinalizaram tal preocupação. As diversas atividades experimentais propostas, como os vídeos, a atividade no laboratório e a visita técnica planejada, possibilitaram aos estudantes vivências que contribuíram para aprendizagem para além de conceitos científicos sobre polímeros, mas uma maior compreensão sobre os aspectos que envolvem a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

E, quando os estudantes apresentaram as propostas na tentativa de solucionar o problema de minimizar o descarte inadequado no plástico para reduzir os impactos ambientais, tanto na comunidade escolar quanto na sociedade, foi possível perceber nas falas dos estudantes argumentos coerentes, enfatizando elementos que foram vivenciados e discutidos nos momentos anteriores da SD.

Em relação na identificação da compreensão das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, evidenciados nas produções dos estudantes e nas análises dos discursos, para a contribuição na formação crítica dos estudantes, foi possível inferir algumas categorias presentes na Matriz de Referência para a abordagem CTS. Em relação ao olhar sobre a Ciência, ao analisarmos as produções e as interações discursivas dos estudantes, foi possível inferir a categoria (1R) Desocultamento da realidade. Em relação ao olhar sobre a Tecnologia, foi possível identificar as categorias (1D) Neutro, (2D) Sinônimo de progresso, (3D) Especificidades e (4D) Orientado. E em relação ao olhar sobre a Sociedade, encontramos as categorias (1P) Reconhecimento, (2P) Decisão individual, (3P) Decisão coletiva e (5P) Esfera Política.

Diante das categorias elencadas a partir das produções e discursos dos estudantes, percebemos a presença de uma maior articulação entre os aspectos da Tecnologia e Sociedade pela quantidade e significados das categorias. No entanto, mesmo que tenha emergido apenas uma categoria sobre o olhar da Ciência (1R) Desocultamento da realidade, entendemos que, a partir das atividades propostas, também foi dada a ênfase da importância do conhecimento científico dos polímeros para a sua identificação, classificação, compreensão das suas propriedades para a devida aplicação e o uso adequado dos materiais, inclusive para a realização da reciclagem de forma adequada.

Diante do exposto, conclui-se que esta tese atingiu aos objetivos propostos, promovendo contribuições significativas para a área de Ensino em Química, especialmente ao demonstrar que a aproximação entre a Teoria da Atividade e a

abordagem CTS pode ser efetivamente integrada na promoção de uma aprendizagem efetiva e uma formação mais crítica dos estudantes.

A partir das considerações apresentadas, salientamos a necessidade de mais pesquisas que contemplem a articulação entre a abordagem CTS e a Teoria da Atividade no ensino de química para compreender os fatores limitantes, evidenciar a presença das demais contradições para a geração do ciclo da aprendizagem expansiva.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. **Educação científica para todos**. Edições Pedagogo LDA, Portugal, 2009.

_____. Research Into STS Science Education. **Educación Química**. V. 16, 2005.

_____. What is STS science teaching? En J. SOLOMON y G. AIKENHEAD (Eds**.) STS education:** International perspectives on reform, pp. 47-59. New York: Teachers College Press. 1994.

ÁLVAREZ PALACIOS, Fernando; FERNÁNDEZ OTERO, Germán, e RISTORI GÁRCIA, Teresa: **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996.

ÁLVAREZ, Fidel Martinez. El Movimiento de Estudios Ciencia- Tecnología-Sociedad: su origen y tradiciones fundamentales. **Revista Humanidades Médicas**, v.4, n.1, jan./abr. 2004a.

_____. La Concepción Heredada de la Ciencia y la Tecnología. **Revista Humanidades Médicas**, v.4 n.1, 2004b.

AMORIM, A. C. O. **Ensino de Biologia e as Relações entre Ciência/Tecnologia/ Sociedade:** o que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio? 1995. 198 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1995.

AULER, D. Articulação Entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e do Movimento CTS: Novos Caminhos Para a Educação em Ciências. **Contexto & Educação**, v. 22 n. 77, p. 167-188, 2007a.

AULER, D. **Cuidado! Um cavalo viciado tende a voltar para o mesmo lugar**. 1ª ed. Curitiba. Appris, 2018.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007b.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D.; BAZZO, W. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**. [S. l.], v. 7, n. 1, p. 1-3, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: Articulação entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e Referenciais Ligados ao Movimento CTS. In: SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS – Las Relaciones CTS en la Educación Científica, 4., 2006, Málaga. **Anais**... Málaga: Universidad de Málaga. p. 1-7, 2006.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

_____. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v.21, n.45, p. 275-296, mai./ago. 2015.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.

_____. Quase três décadas de CTS no Brasil! Sobre avanços, desconfortos e provocações. **Revista Brasileia de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, PR, v. 11, n. 2, p. 50-68, 2018.

_____; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. (Ed.). **Introdução aos estudos CTS** (ciência, tecnologia e sociedade). Florianópolis: Organização dos Estados Ibero-americanos Para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003.

BELEI, Renata Aparecida; GIMENIZ-PASCHOAL , Sandra Regina; NASCIMENTO, Edinalva Neves; MATSUMOTO, Patrícia Helena Vivan Ribeiro O uso de entrevista, observação e videogravação em pesquisa qualitativa. **Cadernos de Educação**, Pelotas, p. 187 - 199, 2008.

BOCHECO, O. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS.** Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011

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

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, 1996.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio - Parte I Bases Legais, 2000.

BUFFOLO, A. C. C.; RODRIGUES, M. A. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, pp. 1-14, 2015.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; PESSOA, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das Ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

Cangemi, Jospe Marcelo; Santos, Antonia Marli dos; Claro Neto, Salvador. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. **Química Nova na Escola**, n. 22, 2005.

CENCI, A.; DAMIANI, M. F. Desenvolvimento da Teoria Histórico-Cultural da Atividade em três gerações: Vygotsky, Leontiev e Engeström. **Roteiro**, *[S. l.]*, v. 43, n. 3, p. 919–948, 2018.

CEREZO, J.A.L. Ciencia Tecnología y Sociedad: Bibliografía Comentada**. Revista Iberoamericana de Educação**. n.18, 171-176. 1998.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino?** 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.

_____. **Alfabetização científica:** questões e desafios para a Educação.4ed. Ijuí:Ed. Unijuí, 2006.

CRUZ, S. M. S. C. S. **Aprendizagem centrada em eventos:** uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental. 2001. 258 f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2001.

DANIELS, H. (org.). **Uma introdução a Vygotsky.** Tradução Marcos Bagno. São Paulo: Loyola, 2002.

DELIZOICOV, ; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M.M**. Ensino de ciências:** fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: Pietrocola, M. (Org.). **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Florianópolis: UFSC, p. 125-150, 2005

_____; ANGOTTI, J. A. Física. São Paulo: Cortez, 1991.

DEMO, Pedro. **Pesquisa Participante:** saber pensar e intervir juntos. 2. ed. Brasília: Liber, 2008.

DINIZ JÚNIOR, A. I.; SILVA, J. R. R. T. Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS . **Química Nova da Escola,** Vol. 38, N° 1, p. 60-69, 2016.

EIDT, Nadia Mara; DUARTE, Newton. Contribuições da teoria da atividade para o debate sobre a natureza da atividade de ensino escolar. **Psicol. educ.**, São Paulo , n. 24, p. 51-72, 2007.

ENGESTRÖM, Y. Aprendizagem por expansão na prática: em busca de uma reconceituação a partir da teoria da atividade. Tradução D. Vilas Boas e M. Damiani. In: **Cadernos de Educação**. Pelotas: Ed. UFPel, 2002a

_____. **Learning by expanding**. An activitytheoretical approach to developmental research. Helsinki: Orienta-Konsultit Oy, 1987

_____. Non Scolae sed vitar discimus. Como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. In: DANIELS, H. (org.). **Uma introdução a Vygotsky**. Tradução Marcos Bagno. São Paulo: Loyola, 2002b.

FAERMAM, Lindamar Alves. A pesquisa participante: Suas contribuições no âmbito das ciências sociais. **Revista Ciências Humanas**. Taubaté-SP, v. 7, n. 1, p. 41-56, jan-jun/2014.

FEENBERG, A. **Transforming technology.** A critical theory revisited. Oxford: Oxford University Press, 2002.

_____. **Questioning technology**. 3. ed. London; New York: Routledge, 2001.

FERREIRA, W. M.; ROCHA, L. B.; SANTOS, L. D.; SANTOS, B. L. S. R.; PITANGA, A. F. Corantes: Uma Abordagem com Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) Usando Processos Oxidativos Avançados, **Química Nova na Escola**, v. 40 n. 4, p. 249-257, 2018.

FIRME, R. N. Validação de uma sequência de ensino e aprendizagem de química com abordagem CTS sobre o descarte de pilhas e baterias. In: Edenia Maria Ribeiro do Amaral; João Roberto Ratis Tenório da Silva. (Org.). **Sequências Didáticas para o Ensino de Química** : Perfis conceituais, resolução de problemas e temas sociocientífico. 1ed.RECIFE: EDUPE, p. 143-163, 2021.

FIRME, Ruth do Nascimento; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação** (Bauru) [online], v. 17, n. 2, pp. 383-399, 2011.

França et al. As faces do plástico: uma proposta de aula sobre sustentabilidade. **Química Nova na Escola**, vol. 43, p. 227-286, 2022.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências, **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, n. 30, p. 34-41, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. **Educação e mudanças**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

FREITAS-REIS, I.; FARIA, F. L. Abordando o Tema Alimentos Embutidos por Meio de uma Estratégia de Ensino Baseada na Resolução de Casos: Os Aditivos Alimentares em Foco, **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 63-70, 2014.

GARCEZ, Andrea; DUARTE, Rosalia; EISENBERG, Zena. Produção e análise de videogravações em pesquisas qualitativas, **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n.2, p. 249-262, 2011.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43-49, 1999.

GOLDER, M. **Leontiev e a psicologia histórico-cultural:** um homem em seu tempo. Trad. Célia Regina Barbosa Ramos. São Paulo: GEAPAPe, Xamã, 2004.

GOMES, G. S.; GIORDAN, M. The Controversial Aspect of the Socioscientific Issue as a Discursive Construction of the Teacher. In: Ebook of 13th ESERA Conference, 2019.

GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. Experimentos investigativos em laboratório de Química Fundamental, 1-10, 2006. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis: Abrapec, 2007.

GONZÁLEZ GARCÍA, M.; LÓPEZ CEREZO, J. A; LUJÁN, J. L. **Ciencia, Tecnología y Sociedad:** una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.

Gouveia N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e saúde coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1503–1510, 2012.

HERREID, C. What Makes a Good Case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, p. 163-165, 1997.

HERRERA, Amílcar Oscar. **Ciencia y política en América Latina**. 8 ed. México: siglo XXI editores, 1971.

_____. Los determinantes sociales de la política científica en América latina. Política científica explícita y política científica implícita. **Revista de Ciências Sociais**, v. 13, n. 49, pp. 98-112, 1973.

HODSON, D. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: CONRADO, D.M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas:** fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas [online]. Salvador: EDUFBA, pp. 27-57, 2018.

KELLY, K. **Para onde nos leva a tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2012

LABURÚ, C.E. Fundamentos para um experimento cativante. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, n. 3, p. 382- 404, 2006.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo.** 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte Universitário, 1978.

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTISKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N (org.). **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 16 ed. São Paulo: Ícone, p. 59-83, 2017

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTISKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N (org.). **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11 ed. São Paulo: Ícone, p. 59-83, 2010.

LEONTIEV, A.N. **Problems of the development of the mind**. Moscou: Progresso, 1981.

LEONTIEV, A.N. **Actividad, conciencia, personalidad.** Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1075.

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

LÓPEZ CEREZO, José Antonio. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 41-68, 1998.

Marconato, José Carlos; Franchetti, Sandra Mara M. Polímeros superabsorventes e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 42-44, 2002.

MARCONDES, M. E. R. ; CARMO, M. P. ; SUART, R. C. ; SILVA, E. L. ; SOUZA, F. L. ; AKAHOSHI, L. H. ; SANTOS JUNIOR, J.B. . Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências (Online),** v. 14, p. 341-355, 2009.

MARGEL, H.; EYLON, B.-S. e SCHERZ, Z. From textiles to molecules - teaching about fibers to integrate students' macroand microscale knowledge of materials. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 10, p. 1552, 2006

MARQUES, C.A.; GONÇALVES, F.P.; ZAMPIRON, E.; COELHO, J.C.; MELLO, L.C.; OLIVEIRA, P.R.S. e LINDEMANN, R.H. Visões de meio ambiente e implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2043-2052, 2007.

MARTINS, I.P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 1, 28-39, 2002.

Medeiros, Priscila Caroline Valadão de Brito; Strieder, Roseline Beatriz; Machado, Patrícia Fernandes Lootens. PLACTS como aporte teórico da Educação CTS: um levantamento a partir das Atas do ENPEC. XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC, **Anais** do ENPEC EM REDES, 2021.

MEDEIROS, S. M. de A. A teoria da atividade em Vygotsky, Leontiev e Engeström: os fundamentos da aprendizagem expansiva. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 21, p. 1- 24, 2021.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; PINHO-ALVES, J. P. A. Alfabetização Científica no Ensino de Química:Uma análise dos temas da seção "Química e Sociedade" da revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, 2009

MONTEIRO, I. G. S.; SALES, E. S.; LIMA, K. S. Experimentação em sala de aula: minimizando barreira no ensino de química. **Anais** VII Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, São Cristovão – SE, 2013.

MORETTI, A. A. S.; ROCHA, Z. F. D. C. Um estudo sobre a apropriação de conceitos de termoquímica na perspectiva Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 1, 99-113, 2021.

MORETTI, V. D. ; ASBAHR, F. S. F.; RIGON, A. J. O humano no homem: os pressupostos teórico-metodológicos da teoria histórico-cultural. **Psicologia & Sociedade**, v. 23, n. 3, p. 477-485, 2011.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. DOS. Aspectos sociocientífico em aulas de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191–218, 2009.

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

NASCIMENTO, Camila Souza; UIBSON, José. Uso de experimentos no ensino de física: uma revisão sistemática da literatura. Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, UFS. **Anais** do EDUCON, V. XV, n. 5, 2021.

NIEZER, T. M.; SILVEIRA, R. M. C. F. e SAUER, E. Ensino de soluções químicas por meio do enfoque ciência-tecnologiasociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 428-449, 2016.

NUÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin:** formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009.

NUÑEZ, I. B.; AMARAL, E. M. R.; OLIVERIA, M. V. F.; PEREIRA, L. F. A activity theory proposed by A. N. Leontiev applied to signify and structure problem-solving experimental activity in chemistry teaching. **Moscow University Psychology Bulletin**, n. 4, p. 192-233, 2021.

OLIVEIRA, A. M.; RECENA, M. C. P. O Ensino de Polímeros na Perspectiva da Educação Dialógica com Enfoque em CTS, **Alexandria**, v.7, n.1, p. 103-126, 2014.

OLIVEIRA, J. R. S. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010

OLIVEIRA, M. M. **Projetos, relatórios e textos na educação básica:** como fazer. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

OLIVEIRA, S.; GUIMARÃES, O. M.; LORENZETTI, L. Uma proposta didática com abordagem CTS para o estudo dos gases e a cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior. R. B. E. C. T., v. 8, n. 4, p. 75-105, 2015.

OLIVEIRA, S.; GUIMARÃES, O. M.; LORENZETTI, L. O enfoque CTS e as concepções de tecnologia de alunos do ensino médio, **Alexandria**, v.9, n.2, p. 121-147, 2016a.

OLIVEIRA, S.; GUIMARÃES, O. M.; LORENZETTI, L. O Ensino de Química e a Qualidade do Ar Interior: Análise de uma Proposta de Abordagem Temática com Enfoque CTS, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.16 n.3, p. 521-553, 2016b.

PALACIOS, E. M. G. *et al*. **Ciencia, Tecnología y Sociedad:** una aproximación conceptual. Madrid: Cuadernos de Ibero-América, 2001.

PALACIOS, E. M. G. *et al*. Introdução aos estudos CTS (Ciênia-Tecnologia-Sociedade). **Cadernos de Ibero-americana**, 2003.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE education: mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, 95: 601-626, 2011.

PEIXOTO, Anyelle da Silva Pereira. **A Química dos metais:** uma abordagem CTS para discutir a problemática dos resíduos eletroeletrônicos. (Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

PEREIRA, F.D.; HONÓRIO, K.M. e SANNOMIYA, M. Nanotecnologia: desenvolvimento de materiais didáticos para uma abordagem no ensino fundamental. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 73-77, 2010.

PÉREZ, L. F. M; CARVALHO, W L. P. Contribuições e dificuldades da abordagemde questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 38, n. 03, p. 727-741, 2012.

PESSOA NETO, Amaury Gouveia. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tapacurá, Pernambuco, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia.** V. 43, USP, p. 1-18, 2023.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 1, n. 1, p. 71–84, 2007.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto, BAZZO, Walter Antonio. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque, **Revista Iberoamericana de Educación**, n.º 49, p. 1-14, 2009.

PRAIA, J. CACHAPUZ, A. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. **Revista CTS,** Argentina, n. 6, v. 2, p. 173-194, 2005.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PRSYBYCIEM, M. M. **A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas de ácidos e óxidos na temática ambiental**. (Dissertação Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

_____.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, 602-625, 2018.

QUEROL, M. A. P.; CASSANDRE, M. P.; BULGACOV, Y. L. M. Teoria da Atividade: contribuições conceituais e metodológicas para o estudo da aprendizagem organizacional. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 21, n. 2, p. 405-416, 2014.

RABELLO, G. A. F. *et al*. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 3-9, 2012.

REBELO, I.S.; MARTINS, I.P. e PEDROSA, M.A. Formação contínua de professores para uma orientação CTS do ensino de química: um estudo de caso. **Química Nova na Escola**, v. 27, p. 30-33, 2008.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky** : uma perspectiva histórico-cultural da educação, 25 ed. Petrópolis, RJ : Vozes, 2021.

RIBEIRO, M. M.; MARCONDES, M. E. R. Preocupações e Interesses de estudantes em relação a temas socio-científicos. **Indagatio Didactica**, v. 12, n. 4, p. 421–435, 2020.

RIBEIRO, Matheus Marques. **A contextualização no ensino de química e o ensino CTS:** visões, inquietações e ações de alunos do ensino médio. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, São Paulo, 2022.

RIGOLIN, C. C. D. David Bloor e o Programa Forte em Sociologia da Ciência: primeiras aproximações. In: HAYASHI, M. C. P. I.; RIGOLIN, C. C. D.; KERBAURY, M. T. M. (Org.) **Sociologia da Ciência:** contribuições ao campo CTS. Campinas, SP: Editora Alínea, 2014.

ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS**. Ciência & Educação**, v. 22, n. 2, p. 371-389, 2016.

SÁBATO, Jorge A.; MACKENZIE, Michael. **La producción de tecnología:** autónoma o transnacional. Ciudad de México – MEX: Editorial Nueva Imagen, 1982.

SALES, E. S. **Analisando processos de avaliação formativa considerando a heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar, dilemas e contradições em aulas de química**. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências e Matemática) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

SANTANA, de M. E; SILVA, da L. E. (Organizadores). **Tópicos em ensino de química**. São Carlos: Editora Pedro & João, 2014.

SANTOS, A. O.; SILVA, P. R.; ANDRADE, D.; LIMA, M. P. J. Dificuldades e motivações de aprendizagem em química de alunos do ensino médio investigadas em ações do PIBID/UFS/Química. **Scientia plena**, v. 9, n. 7, 2013.

SANTOS, Marília Alves dos; ASBAHR, Flávia da Silva Ferreira. A teoria da atividade e A. N. Leontiev: uma síntese a partir de suas principais obras. **Revista Brasileira da Pesquisa Sócsio-Histórico-Cultural e da Atividade**. Vol 2. N. 2, p. 1-23, 2020.

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, R. A. dos ; Auler, D. Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência-Tecnologia na Sociedade. **Ciência & Educação** (bauru*)*, *25*(2), 485–503, 2019.

SANTOS, W. L. P. A Química e a formação para a cidadania. **Educación Química**, México, v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011a.

SANTOS, W. L. P.; GALIAZZI, M. C.; JUNIOR, E. M. P.; SOUZA, M. L. e PORTUGAL, S. O enfoque CTS e a Educação Ambiental: possibilidade de "ambientalização" da sala de aula de ciências. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Orgs.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, p. 131-157, 2010.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P. **O ensino de química para formar o cidadão:** principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. 1992. 233 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1992.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Eds.). . **CTS e educação científica:** desafios tendências e resultados de pesquisa. 1. ed. Brasília: Editora UNB, 2011b.

SANTOS, W. L. P; MÓL, G. S. **Química Cidadã**. Ed. AJS. 2ª. ed. São Paulo, 2013.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química:** Compromisso com a cidadania. Editora Unijuí, 5ª. ed. Rio Grande do Sul, 2015.

SCHWARTZ, A. T. Contextualized chemistry education: The American experience. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 9, p. 977–998, 2006.

SILVA, L. R. **Contribuições de uma disciplina CTS para a qualidade da Educação: Um estudo de caso na Formação Inicial de Professores**. Dissertação (Mestrado Ciência Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, 2013.

SILVA, Luann Ribeiro Santos. **Dos engenhos de cana a BRF: territorialização do capital e exploração do trabalho no espaço agrário de Vitória de Santo Antão, Pernambuco.** (Dissertação de Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SILVA, R.R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W.L.P. e MALDANER, O.A. (Eds.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, p. 231-261, 2011.

SILVEIRA, Roberto Patrocínio. Você separa o lixo seco reciclável do lixo orgânico? **Participação**, *[S. l.]*, n. 23/24, p. 77–83, 2014.

SOUZA, A. B.; SANTOS, A. C. C.; SANTANA, J. A.; CRUZ, M. C. P. Plástico no Mar: Polímeros à Deriva! **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 320-329, 2021.
SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de Química em atividades experimentais investigativas.** (Dissertação Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

_____.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

TAMIR, P. How are the laboratories used? **Journal of Research in Science Teaching**, 14 (4), 311-316, 1977.

TORRES, J. R.; GEHLEN, S.; MUENCHEN, C.; GONÇALVES, F. P.; LINDEMANN, R. H.; GONCALVES, F. J. F. Ressignificação Curricular: contribuições da Investigação Temática e da Análise Textual Discursiva. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p. 219-236, 2008.

TRINDADE, J. A. de O.; MORETTI, M. T. Uma relação entre Teoria Histórico-Cultural e a epistemologia Histórico-Crítica no ensino de funções: A mediação. **Zetetiké** – CEPEM/FE – Unicamp. V.6, n.13/14, p.29-50, 2000.

VARSAVSKY, Oscar. **Ciencia, política y cientificismo**. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 1969.

_____. **Por uma política científica nacional**. Rio de Janeiro – RJ: Paz e Terra, 1976.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica:** 34 desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 161-184.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. Obras Escogidas - Tomo III: Problemas del desarrollo de la psique. Madrid: Visor , 1995.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987

VYGOTSKY, L. S. **Teoria e método em psicologia**. São Paulo: Martins Fontes , 2004.

WAKS, L.J. The responsibility spiral: A curriculum framework for STS education. **Theory Into Practice**, v. 31, n. 1, p. 13-19, 1992.

ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciênc. Educ.,** Bauru, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DOS ESTUDANTES

Objetivo: Realizar o levantamento prévio de concepções dos estudantes em relação aos conhecimentos científicos e tecnológicos sobre o tema

Perguntas

1. O que são polímeros?

2. Em quais objetos os polímeros estão presentes?

3. Quais polímeros você e sua família faz uso no dia a dia?

4. Quais das figuras representadas a seguir contém polímero?

a) Filme de PVC	b) Ametista	c) Embalagem de isopor
d) Panela de aço inox	e) Roupa de academia	f) Algodão
g) Folhas de papel	h) Sacola plástica	i) Panela antiaderente

j) Rede de pesca	k) Ovo	l) Talheres de festa

5. De onde vem os plásticos?

6. Quais características você pode citar que estão presentes num material plástico?

7. Como os plásticos são descartados na sua residência?

8. Quais as principais contribuições que o plástico trouxe para a sociedade ao longo dos anos?

9. Quais os principais malefícios o plástico trouxe para a sociedade e o meio ambiente ao longo dos anos?

10. Quais relações você identifica entre o descarte de materiais plásticos e os problemas de alagamentos no município de Vitória de Santo Antão no período das chuvas?

11. Quais ações poderiam ser desenvolvidas ou implementadas para minimizar a relação entre plásticos e alagamentos?

APÊNDICE B - ATIVIDADE EXPERIMENTAL SOBRE SEPARAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE POLÍMEROS

<table>
<tr><th colspan="2">Identificação da Equipe</th></tr>
<tr><td>Equipe Nº ___</td><td>Nomes dos estudantes:</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><th>Atividade</th><th>Separação e identificação de Polímeros</th></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Motivo</td><td>Conhecer a constituição dos diferentes plásticos utilizados no cotidiano</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td>Identificar várias amostras desconhecidas de polímeros utilizados no cotidiano a partir de um uma variedade de amostras líquidas com densidades conhecidas.</td></tr>
<tr><td>Instrumentos/ ferramentas</td><td>
- Tabela 1 com as densidades conhecidas de 6 amostras líquidas.
<table>
<tr><th>Líquido</th><th>Densidade em g/cm^3</th><th>Composição da solução (100cm^3)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>0,79</td><td>Etanol</td></tr>
<tr><td>2</td><td>0,91</td><td>471 g (596 mL) etanol em 439 mL água</td></tr>
<tr><td>3</td><td>0,94</td><td>354 g (448 mL) etanol em 586 mL água</td></tr>
<tr><td>4</td><td>1,00</td><td>Água deionizada</td></tr>
<tr><td>5</td><td>1,15</td><td>184 g sacarose em 965 mL água</td></tr>
<tr><td>6</td><td>1,38</td><td>513 g sacarose em 866 mL água</td></tr>
</table>
- 6 amostras líquidas preparadas previamente, conforme às informações da tabela 1.
- Materiais necessários para execução do experimento:

30 tubos de ensaio grande (150 x 25 mm)
5 estantes de madeira
Várias amostras de plásticos/polímeros identificadas por cor ou letras.
5 pipetas volumétricas de 15 ml
5 pipetador de borracha (pera)
5 bastões de vidro
5 canetas retroprojetor
Papel toalha

- Equipamentos de proteção individual – EPIs:

Jaleco
Óculos de proteção
Luvas de procedimento

- Orientações sobre as etapas do experimento.
- Tabela 2 para registro das amostras pelos estudantes durante a execução do experimento.
<table>
<tr><th colspan="8">Observações para flutuação/afundamento</th></tr>
<tr><th>Código de exemplo/ cor</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>Identidade do plástico</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>- Tabela 3 contendo o símbolo de reciclagem com o número de identificação e código dos polímeros utilizados na atividade experimental com suas respectivas densidades.

<table>
<tr><th>Símbolo e código</th><th>Nome científico</th><th>Nome comum</th><th>Utilização</th><th>Densidade g/cm³</th></tr>
<tr><td>1 PET</td><td>Poli(tereftalato de etileno)</td><td>Tereftalato de polietileno</td><td>a maioria das garrafas plásticas para refrigerantes, bandejas de comida e sacos de ir ao forno a assar, áudio e vídeo.</td><td>1.38-1.40</td></tr>
<tr><td>2 PEAD</td><td>Polieteno</td><td>Polietileno ou polietileno de alta densidade</td><td>Polietileno de alta densidade, PEAD - garrafas de plástico para leite, sucos de frutas, produtos de limpeza e produtos químicos. Recipientes de óleo de motor, algumas sacolas e a maioria das tampas de aerossol.</td><td>0,94 - 0,96</td></tr>
<tr><td>3 PVC</td><td>Policloroeteno</td><td>Policloreto de Vinila
ou
Cloreto de Polivinila</td><td>garrafas de plástico para água mineral, frutas, óleo de cozinha e xampu . Embalagens de Sanduíche e bolo, bandejas de embalagens de alimentos, recipientes de produtos de cuidados com o bebê, película aderente, capas de argolas para encadernação.</td><td>1.20-1.55</td></tr>
<tr><td>4 PEBD</td><td>Polieteno</td><td>Polietileno de baixa densidade</td><td>Polietileno de baixa densidade, LDPE - recipiente suco. Alguns recipientes de apertar para molhos, cosméticos e filmes plástico (shrink wrap), sacas, sacos para congelador, sacos de compras que não são enrugados, pipetas descartáveis, algumas tampas de aerossol, alguns vasos de plantas e tubos de tinta de canetas esferográficas.</td><td>0,91 – 0,93</td></tr>
<tr><td>5 PP</td><td>poli(propeno)</td><td>polipropileno</td><td>canudos de plástico, embalagens para queijos de pasta mole e gorduras, alguns potes de margarina, potes de alimentos para microondas, sacos de filme de batatas fritas, bolachas e snacks, garrafas de ketchup e tampas de garrafas</td><td>0.89-0.91</td></tr>
<tr><td>6 PS</td><td>Poli (feniletileno)</td><td>Poliestireno</td><td>frascos de iogurte, embalagens de margarina, caixas de ovos claros, bandejas de embalagem de alimentos, talheres e copos de plástico, copos de plástico transparente, cascos de caneta esferográfica, caixas de filmes e capas de CD e DVD, cabides.</td><td>1.04-1.11</td></tr>
<tr><td>EPS</td><td>Poli (feniletileno)</td><td>Poliestireno expandido</td><td>Embalagens de fastfood, caixa de ovos, bandejas de carne (não necessariamente levam a identificação)</td><td>0.02-0.06</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Condições</td><td>- Materiais, vidrarias, amostras, informações e orientações sobre o experimento disponíveis aos estudantes;
- Laboratório com espaço climatizado;
- Mesas hexagonais com bancos de madeira suficientes para as 5 equipes;
- EPIs disponíveis para estudantes desprovidos para que todos se sintam seguros;
- Cada equipe realizará o experimento em suas mesas;
- Experimento será realizado sob orientação e supervisão da professora/ pesquisadora.</td></tr>
<tr><td>Ação 1: Separação dos materiais</td><td>Operação 1. Distribuir os materiais para 5 equipes.

Operação 2. Cada equipe precisa numerar os 6 tubos de ensaios (1-6) utilizando a caneta retroprojetor, conforme as amostras líquidas disponibilizadas.

Operação 3. Transferir 15ml de cada amostra líquida disponibilizada para cada tubo de ensaio correspondente.

Operação 4. Distribuir as amostras de plásticos/polímeros para as 5 equipes. Cada equipe receberá 6 amostras (4 x 4 mm) de 4 plástico/polímeros diferentes.</td></tr>
<tr><td>Ação 2: Realizando o experimento</td><td>Operação 1. Colocar as amostras de cada plástico em cada uma das soluções para que cada tubo tenha amostras de quatro plásticos diferentes.

Operação 2. Mexer o conteúdo de cada tubo utilizando o bastão de vidro, lavando-o e secando-o entre cada tubo para retirar possíveis bolhas de ar aderidas às superfícies dos plásticos.

Operação 3. Observar se os plásticos flutuam ou afundam.

Operação 4. Preencher a tabela 2 de acordo com as observações realizadas, escrevendo “A” para as amostras que afundam e “F” para as amostras que flutuam nas linhas e colunas apropriadas.</td></tr>
<tr><td>Ação 3: Identificando</td><td>Operação 1. Discussão com a professora/pesquisadora e demais estudantes sobre as observações realizadas.</td></tr>
</table>

o polímero que constitui cada amostra de plástico	Operação 2. Com o auxílio da tabela 3, preencher a última coluna da tabela 2 com a identificação dos plásticos. Operação 3. Discussão sobre os resultados obtidos.
Ação 4: Reflexão sobre os aspectos científicos, tecnológicos e sociais.	Operação 1. Responder as questões no final da atividade experimental realizada. a) Por que precisamos conhecer os diferentes tipos de plásticos? b) Os materiais utilizados nesta atividade por serem plásticos/polímeros, apresentam as mesmas propriedades e tempo de degradação? Justifique. c) Qual o tempo de decomposição dos polímeros que vocês identificaram? d) Qual a importância do processo de separação e identificação dos plásticos? e) Qual a importância dos símbolos de reciclagem com o número de identificação e código dos polímeros nas embalagens? f) Quais os impactos sociais e ambientais do descarte inadequado de cada tipo desses polímeros?

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: **Abordagem CTS e a Teoria da Atividade: caminhos para a articulação de conhecimentos no ensino de química.**

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Inês Girlene dos Santos Monteiro, residente no endereço [redacted] CEP: 55602-110. E-mail: [redacted] e telefone para contato: [redacted] (inclusive para ligações a cobrar). E está sob a orientação de Edenia Maria Ribeiro do Amaral, Telefone: [redacted] -mail ([redacted]

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 rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa**: A presente pesquisa tem como objetivo analisar as contribuições da Teoria da Atividade para a compreensão das relações CTS e do conhecimento associado a cada uma dessas instâncias no ensino de química em uma perspectiva sócio-histórica, visando uma formação crítica dos educandos. A coleta de dados ocorrerá através de videogravação de som e imagem das interações discursivas entre os estudantes participantes da pesquisa e dos relatórios das atividades experimentais. Com a videogravação e os relatórios será possível realizar um estudo mais aprofundado sobre as contribuições que a Teoria da Atividade pode proporcionar na compreensão dos conceitos científicos, tecnológicos e sociais no ensino de química.

- **Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa**. As ações serão desenvolvidas durante os meses de julho e agosto, contemplando o terceiro bimestre do ano letivo de 2024.

- **RISCOS diretos para o voluntário.** Salienta-se que esta pesquisa não apresenta riscos físicos aos participantes. Os possíveis riscos aos estudantes que participarão da pesquisa serão mínimos e de ordem intelectual, psíquica ou moral. Ao aceitar participar da pesquisa, o participante poderá se deparar com situações de desconforto, constrangimento ou mudança de comportamento durante o preenchimento do questionário, quanto ao uso de videogravação durante a sequência didática, inclusive inibição nos momentos das discussões e apresentações das atividades propostas. Outro risco a ser considerado é em relação à quebra de sigilo da pesquisa. No entanto, o participante não será identificado em nenhuma atividade proposta, assegurando sua identidade preservada. Sendo detectado algum problema dessa natureza pelos participantes ao tomarem conhecimento dos objetivos do estudo, estes serão dispensados da pesquisa. Ocorrendo situação mais grave relacionado aos riscos de ordem intelectual, psíquica e moral, o participante será encaminhado para o atendimento profissional. Os custos ocasionados pela participação na pesquisa como alimentação e transporte, ou ainda, qualquer problema decorrente a isso, serão custeados pelo pesquisador principal (Inês Girlene dos Santos Monteiro). **É importante ressaltar que os envolvidos (pesquisadores e estudantes) estarão livres para desistirem da sua participação a qualquer momento da pesquisa, conforme propõe a RESOLUÇÃO Nº 466, de 12 de dezembro de 2012.**

- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.** Como benefícios diretos, ressaltam-se a aprendizagem sobre o conceito de Polímero e suas aplicações, bem como a compreensão da articulação entre os conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais relacionados ao tema Polímeros e às etapas do processo de reciclagem durante as vivências nas atividades experimentais. Como benefícios indiretos, destacam-se as contribuições para a comunidade escolar a respeito da importância da coleta seletiva, da reciclagem de materiais plásticos e o impacto do descarte inadequado no meio ambiente a partir das propostas compartilhadas dos estudantes. Ressalta-se que será realizada a devolutiva desta pesquisa à comunidade escolar, para que todos possam ter ciência das ações desenvolvidas a partir da divulgação dos resultados através de uma palestra apresentada pela pesquisadora, e à comunidade acadêmica, a partir da publicação de artigos científicos em periódicos nacionais e/ou internacionais e através do depósito da Tese no repositório da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações de áudio e vídeo e relatórios), ficarão armazenados em computador pessoal e/ou pasta de arquivo no drive durante a realização da coleta de dados, sob a responsabilidade da pesquisadora principal,Inês Girlene dos Santos Monteiro, no endereço acima mencionado, pelo período mínimo 5 anos. Uma vez concluída a coleta de dados, a pesquisadora responsável fará o download dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local e DVD, apagando todo e qualquer registro de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem" conforme ofício circular n° 2/21/CONEP/SECNS/MS.

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 extrajudicial. 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, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ , abaixo assinado, concordo em participar do estudo **Abordagem CTS e a Teoria da Atividade: caminhos para a articulação de conhecimentos no ensino de química**, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.
Local e data _____

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:**

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **Abordagem CTS e a Teoria da Atividade: caminhos para a articulação de conhecimentos no ensino de química**, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Inês Girlene dos Santos Monteiro, residente no endereço [redacted], CEP: 55602-110. E-mail: [redacted] e telefone para contato: [redacted] (inclusive para ligações a cobrar). E está sob a orientação de: Edenia Maria Ribeiro do Amaral, Telefone: [redacted], e-mail ([redacted]

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue 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, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa**: A presente pesquisa tem como objetivo analisar as contribuições da Teoria da Atividade para a compreensão das relações CTS e do conhecimento associado a cada uma dessas instâncias no ensino de química em uma perspectiva sócio-histórica, visando uma formação crítica dos educandos. A coleta de dados ocorrerá através de videogravação de som e imagem das interações discursivas entre os estudantes participantes da pesquisa e dos relatórios das atividades experimentais. Com a videogravação e os relatórios será
  - **RISCOS diretos para o voluntário** Salienta-se que esta pesquisa pode apresentar Riscos, embora que minimamente, no momento das videogravações durante a sequência didática. Dessa forma, os equipamentos eletrônicos serão colocados em locais estratégicos na tentativa de minimizar os riscos. Ressalta-se a garantia de indenização aos participantes voluntários desta pesquisa à indenização em caso de danos decorrentes do estudo.
  - **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.** Ressalta-se a compreensão sobre os conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais relacionados ao ensino de química a partir do desenvolvimento da sequência didática pautada na teoria da atividade.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações de

possível realizar um estudo mais aprofundado sobre as contribuições que a Teoria da Atividade pode proporcionar na compreensão dos conceitos científicos, tecnológicos e sociais no ensino de química.

- **Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa**. As ações serão desenvolvidas

durante os meses de julho e agosto, contemplando o terceiro bimestre do ano letivo de 2024.

- **RISCOS diretos para o voluntário.** Salienta-se que esta pesquisa não apresenta riscos físicos aos participantes. Os possíveis riscos aos estudantes que participarão da pesquisa serão mínimos e de ordem intelectual, psíquica ou moral. Ao aceitar participar da pesquisa, o participante poderá se deparar com situações de desconforto, constrangimento ou mudança de comportamento durante o preenchimento do questionário, quanto ao uso de videogravação durante a sequência didática, inclusive inibição nos momentos das discussões e apresentações das atividades propostas. Outro risco a ser considerado é em relação à quebra de sigilo da pesquisa. No entanto, o participante não será identificado em nenhuma atividade proposta, assegurando sua identidade preservada. Sendo detectado algum problema dessa natureza pelos participantes ao tomarem conhecimento dos objetivos do estudo, estes serão dispensados da pesquisa. Ocorrendo situação mais grave relacionado aos riscos de ordem intelectual, psíquica e moral, o participante será encaminhado para o atendimento profissional. Os custos ocasionados pela participação na pesquisa como alimentação e transporte, ou ainda, qualquer problema decorrente a isso, serão custeados pelo pesquisador principal (Inês Girlene dos Santos Monteiro). **É importante ressaltar que os envolvidos (pesquisadores e estudantes) estarão livres para desistirem da sua participação a qualquer momento da pesquisa, conforme propõe a RESOLUÇÃO Nº 466, de 12 de dezembro de 2012.**

- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.** Como benefícios diretos, ressaltam-se a aprendizagem sobre o conceito de Polímero e suas aplicações, bem como a compreensão da articulação entre os conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais relacionados ao tema Polímeros e às etapas do processo de reciclagem durante as vivências nas atividades experimentais. Como benefícios indiretos, destacam-se as contribuições para a comunidade escolar a respeito da importância da coleta seletiva, da reciclagem de materiais plásticos e o impacto do descarte inadequado no meio ambiente a partir das propostas compartilhadas dos estudantes. Ressalta-se que será realizada a devolutiva desta pesquisa à comunidade escolar, para que todos possam ter ciência das ações desenvolvidas a partir da divulgação dos resultados através de uma palestra apresentada pela pesquisadora, e à comunidade acadêmica, a partir da publicação de artigos científicos em periódicos nacionais e/ou internacionais e através do depósito da Tese no repositório da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações de áudio e vídeo e relatórios), ficarão armazenados em computador pessoal e/ou pasta de arquivo no drive durante a realização da coleta de dados, sob a responsabilidade da pesquisadora principal, Inês Girlene dos Santos Monteiro, no endereço acima mencionado, pelo período mínimo 5 anos. Uma vez concluída a coleta de dados, a pesquisadora responsável fará o download dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local e DVD, apagando todo e qualquer registro de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem" conforme ofício circular n° 2/21/CONEP/SECNS/MS.

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 extrajudicial. 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)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA 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 **Abordagem CTS e a Teoria da Atividade: caminhos para a articulação de conhecimentos no ensino de química**, 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.

Por solicitação de _____, que é (deficiente visual ou está impossibilitado de assinar), eu_____ assino o presente documento que autoriza a sua participação neste estudo.

Local e data _____

Impressão

_____

Assinatura do participante/responsável legal

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) ou menor que está sob sua responsabilidade _____ para participar, como voluntário (a), da pesquisa **Abordagem CTS e a Teoria da Atividade: caminhos para a articulação de conhecimentos no ensino de química.**

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Inês Girlene dos Santos Monteiro, residente no endereço [redacted] CEP: 55602-110. E-mail: [redacted] telefone para contato: (XX) XXXXX-XXXX (inclusive para ligações a cobrar). E está sob a orientação de Edenia Maria Ribeiro do Amaral, Telefone: (XX) XXXXX-XXXX, e-mail [redacted]

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**: A presente pesquisa tem como objetivo analisar as contribuições da Teoria da Atividade para a compreensão das relações CTS e do conhecimento associado a cada uma dessas instâncias no ensino de química em uma perspectiva sócio-histórica, visando uma formação crítica dos educandos. A coleta de dados ocorrerá através de videogravação de som e imagem das interações discursivas entre os estudantes participantes da pesquisa e dos relatórios das atividades experimentais. Com a videogravação e os relatórios será possível realizar um estudo mais aprofundado sobre as contribuições que a Teoria da Atividade pode proporcionar na compreensão dos conceitos científicos, tecnológicos e sociais no ensino de química.

- **Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa**. As ações serão desenvolvidas durante os meses de julho e agosto, contemplando o terceiro bimestre do ano letivo de 2024.

- **RISCOS diretos para o voluntário.** Salienta-se que esta pesquisa não apresenta riscos físicos aos participantes. Os possíveis riscos aos estudantes que participarão da pesquisa serão mínimos e de ordem intelectual, psíquica ou moral. Ao aceitar participar da pesquisa, o participante poderá se deparar com situações de desconforto, constrangimento ou mudança de comportamento durante o preenchimento do questionário, quanto ao uso de videogravação durante a sequência didática, inclusive inibição nos momentos das discussões e apresentações das atividades propostas. Outro risco a ser considerado é em relação à quebra de sigilo da pesquisa. No entanto, o participante não será identificado em nenhuma atividade proposta, assegurando sua identidade preservada. Sendo detectado algum problema dessa natureza pelos participantes ao tomarem conhecimento dos objetivos do estudo, estes serão dispensados da pesquisa. Ocorrendo situação mais grave relacionado aos riscos de ordem intelectual, psíquica e moral, o participante será encaminhado para o atendimento profissional. Os custos ocasionados pela participação na pesquisa como alimentação e transporte, ou ainda, qualquer problema decorrente a isso, serão custeados pelo pesquisador principal (Inês Girlene dos Santos Monteiro). **É importante ressaltar que os envolvidos (pesquisadores e estudantes) estarão livres para desistirem da sua participação a qualquer momento da pesquisa, conforme propõe a RESOLUÇÃO Nº 466, de 12 de dezembro de 2012.**

- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.** Como benefícios diretos, ressaltam-se a aprendizagem sobre o conceito de Polímero e suas aplicações, bem como a compreensão da articulação entre os conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais relacionados ao tema Polímeros e às etapas do processo de reciclagem durante as vivências nas atividades experimentais. Como benefícios indiretos, destacam-se as contribuições para a comunidade escolar a respeito da importância da coleta seletiva, da reciclagem de materiais plásticos e o impacto do descarte inadequado no meio ambiente a partir das propostas compartilhadas dos estudantes. Ressalta-se que será realizada a devolutiva desta pesquisa à comunidade escolar, para que todos possam ter ciência das ações desenvolvidas a partir da divulgação dos resultados através de uma palestra apresentada pela pesquisadora, e à comunidade acadêmica, a partir da publicação de artigos científicos em periódicos nacionais e/ou internacionais e através do depósito da Tese no repositório da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações de áudio e vídeo e relatórios), ficarão armazenados em computador pessoal e/ou pasta de arquivo no drive durante a realização da coleta de dados, sob a responsabilidade da pesquisadora principal,Inês Girlene dos Santos Monteiro, no endereço acima mencionado, pelo período mínimo 5 anos. Uma vez concluída a coleta de dados, a pesquisadora responsável fará o download dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local e DVD, apagando todo e qualquer registro de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem" conforme ofício circular n° 2/21/CONEP/SECNS/MS.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

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)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF_____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo **Abordagem CTS e a Teoria da Atividade: caminhos para a articulação de conhecimentos no ensino de química** 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.

Local e data _____

Assinatura do Responsável : _____

Impressão

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:
Nome:	Nome:

ANEXO D – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: Abordagem CTS e Teoria da Atividade: caminhos para a articulação de conhecimentos no ensino de química
Pesquisador responsável: Inês Girlene dos Santos Monteiro
Instituição/Departamento de origem do pesquisador: Universidade Federal Rural de Pernambuco
Telefone para contato: [redacted]
E-mail: inesmonteiro777@gmail.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 término 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;

Recife, 04 de agosto de 2023.

_____
Assinatura Pesquisador Responsável

ANEXO E – CARTA DE ANUÊNCIA

Escola Técnica Estadual
José Joaquim da Silva Filho
Rua Demócrito Cavalcanti s/n
Vitória– PE - 3526 8878
CNPJ : 10.572.071/1450-05

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora **Inês Girlene dos Santos Monteiro**, a desenvolver o seu projeto de pesquisa intitulado **Abordagem CTS e a Teoria da Atividade: caminhos para a articulação de conhecimentos no ensino de química**, que está sob a coordenação/orientação da Prof.ª Dr.ª Edenia Maria Ribeiro do Amaral cujo objetivo é analisar as contribuições da teoria da atividade para a compreensão das relações CTS e do conhecimento associado a cada uma dessas instâncias no ensino de química em uma perspectiva sócio-histórica, visando uma formação crítica dos educandos, na Escola Técnica Estadual José Joaquim da Silva Filho.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento da pesquisadora aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde Nº 466/12 e suas complementares, comprometendo-se utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados a pesquisadora deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Vitória de Santo Antão / PE, em ____ de _____ de _____.

_____

Nome
Gestor Escolar

ANEXO F - ENTREVISTA ESTRUTURADA DA EQUIPE 4 PARA A COMUNIDADE ESCOLAR

Objetivo: Identificar como algumas pessoas da comunidade escolar realizam o descarte do plástico.

Professor ( ) Formação: _____ Tempo que leciona: _____
Estudante ( ) Série: _____ Curso: _____ Idade: _____ Gênero: ____
Administrativo ( ) Formação: _____ Tempo que trabalha: _____

1. Cite alguns objetos que você conhece que podem ser classificados como plástico.

2. Como você faz normalmente o descarte desses materiais na sua residência? Por quê?

3. E aqui na escola, como esse descarte é feito por você? Por quê?

4. Diante da imagem de seletores de lixo abaixo, qual a cor que é destinada para o descarte do plástico?

5. Qual a importância de realizar a coleta seletiva?

6. Quais as contribuições social, ambiental e econômica que a coleta seletiva pode promover?

7. Quais principais dificuldades para a sua implementação? Cite pelo menos três.

8. Quais relações entre o descarte do plástico e os alagamentos no município de Vitória de Santo Antão – PE no período de chuvas?

ANEXO G – MATERIAL UTILIZADO PELA EQUIPE 1 PARA A APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

Proposta de Solução

Uma possível solução para o descarte de lixo nas ruas é a implementação de um programa abrangente de gestão de resíduos, que inclui:

1. Educação e Conscientização: Campanhas educativas para informar e sensibilizar a população sobre os impactos negativos do descarte inadequado de lixo e promover práticas sustentáveis.

2. Infraestrutura Adequada: Instalação de lixeiras adequadas em locais estratégicos, com sinalização clara e coleta regular, incentivando as pessoas a descartarem seus resíduos corretamente.

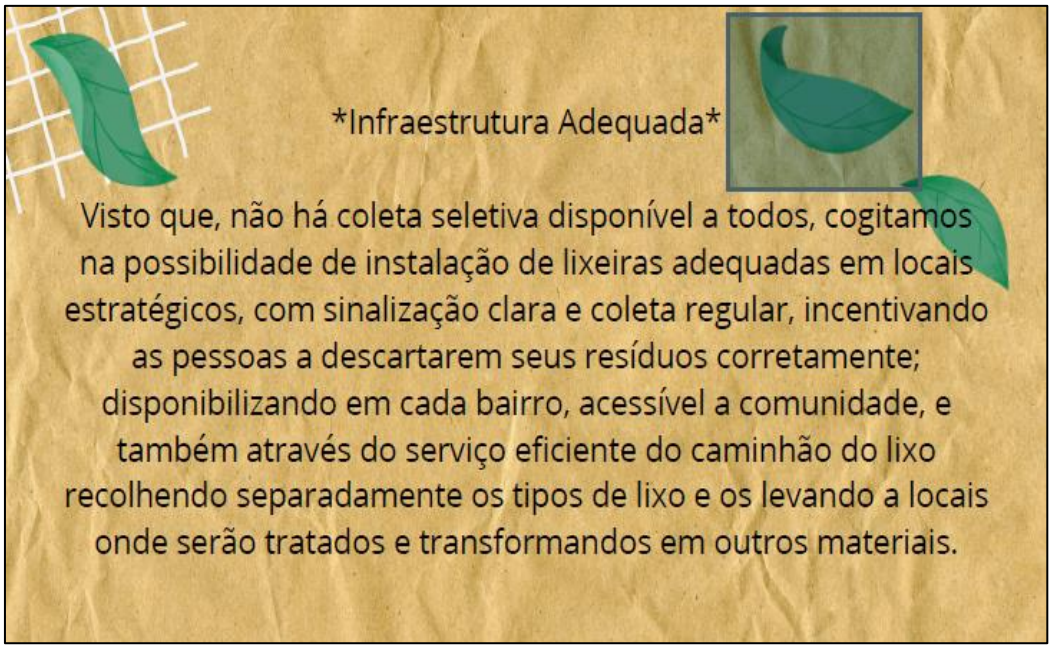
3. Reciclagem e Reutilização: Promoção da separação de resíduos recicláveis em domicílio, facilitando a coleta seletiva e incentivando a reciclagem e reutilização dos materiais.

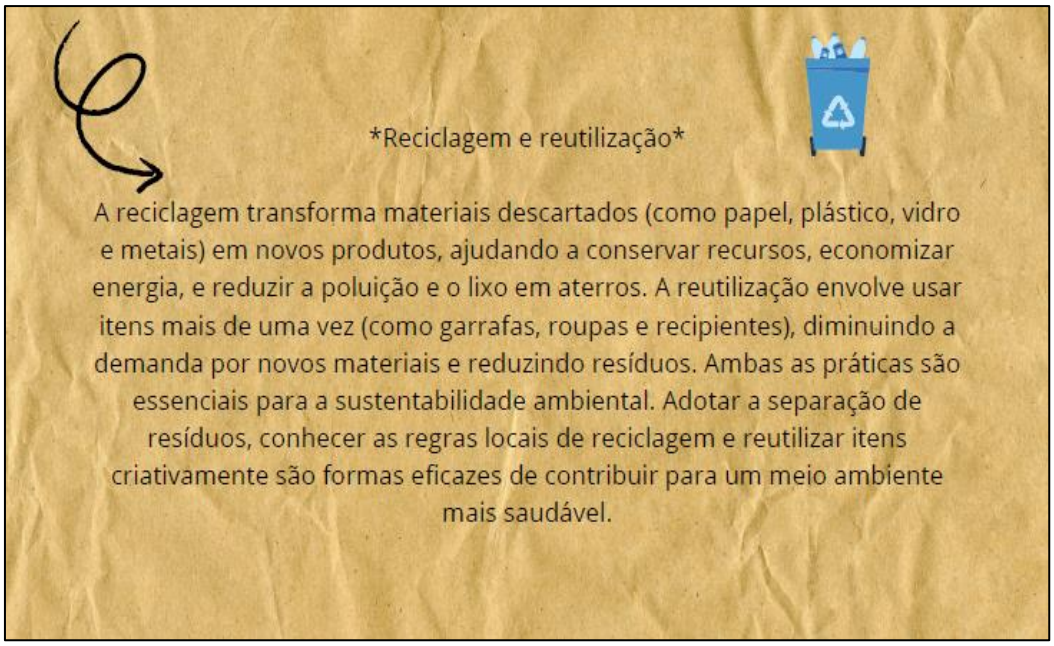
4. Monitoramento e Fiscalização: implantação de sistemas de monitoramento por câmeras e patrulhamento para proibido o descarte ilegal de lixo, aplicando multas aos infratores.

Educação e conscientização

• Diante de algumas pesquisas feitas aqui na escola a respeito da coleta seletiva, vimos que o descarte é irregular, os estudantes jogam o lixo em qualquer lixeiro, até em questão de não saber sobre identificação pela cor dos lixeiros, discutimos em grupo e vimos que torna-se necessário que hajam palestras, conversas que conscientizem as pessoas a descartarem o lixo na lixeira certa e também estarem cientes dos danos que o descarte inadequado causa a população, meio ambiente, animais, etc.

• As redes sociais são ferramentas úteis em tempos atuais, diante disso, através do conhecimento adquirido nesta eletiva, poderíamos compartilhar nas redes um pouco do que temos aprendido, sobre os polímeros, as reciclagens, as consequências do descarte inadequado, os prejuízos, etc, assim compartilhando com o próximo, lhe trazendo mais saber e informações.


Infraestrutura Adequada
Visto que, não há coleta seletiva disponível a todos, cogitamos na possibilidade de instalação de lixeiras adequadas em locais estratégicos, com sinalização clara e coleta regular, incentivando as pessoas a descartarem seus resíduos corretamente; disponibilizando em cada bairro, acessível a comunidade, e também através do serviço eficiente do caminhão do lixo recolhendo separadamente os tipos de lixo e os levando a locais onde serão tratados e transformandos em outros materiais.


Reciclagem e reutilização
A reciclagem transforma materiais descartados (como papel, plástico, vidro e metais) em novos produtos, ajudando a conservar recursos, economizar energia, e reduzir a poluição e o lixo em aterros. A reutilização envolve usar itens mais de uma vez (como garrafas, roupas e recipientes), diminuindo a demanda por novos materiais e reduzindo resíduos. Ambas as práticas são essenciais para a sustentabilidade ambiental. Adotar a separação de resíduos, conhecer as regras locais de reciclagem e reutilizar itens criativamente são formas eficazes de contribuir para um meio ambiente mais saudável.

Logística reversa
A logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Thank you!

ANEXO H – MATERIAL UTILIZADO PELA EQUIPE 2 NA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

Área de Crédito

Pontuação

O usuário acumula pontos por cada ação de reciclagem, como descarte de lixo em pontos de coleta.

Descontos

Pontos podem ser trocados por descontos em vouchers.

Área de Ranking

1 2 3

Classificação

Os usuários podem acompanhar sua posição em um ranking geral, motivando-os a reciclar mais.

Compartilhamento

Os usuários podem compartilhar seu progresso nas redes sociais, incentivando amigos e familiares a participar.

Níveis

Os usuários podem evoluir de nível a partir da acumulação de pontos

(Iniciante, Intermediário, Avançado, Especialista)

Benefícios do Aplicativo

1 **Conscientização**

Promove a educação sobre a importância da reciclagem e o descarte adequado do lixo.

2 **Aumento da Reciclagem**

Facilita a reciclagem, incentivando os usuários a descartarem seus materiais de forma correta.

3 **Redução de Lixo**

Contribui para a diminuição do descarte inadequado de lixo, reduzindo o impacto ambiental.

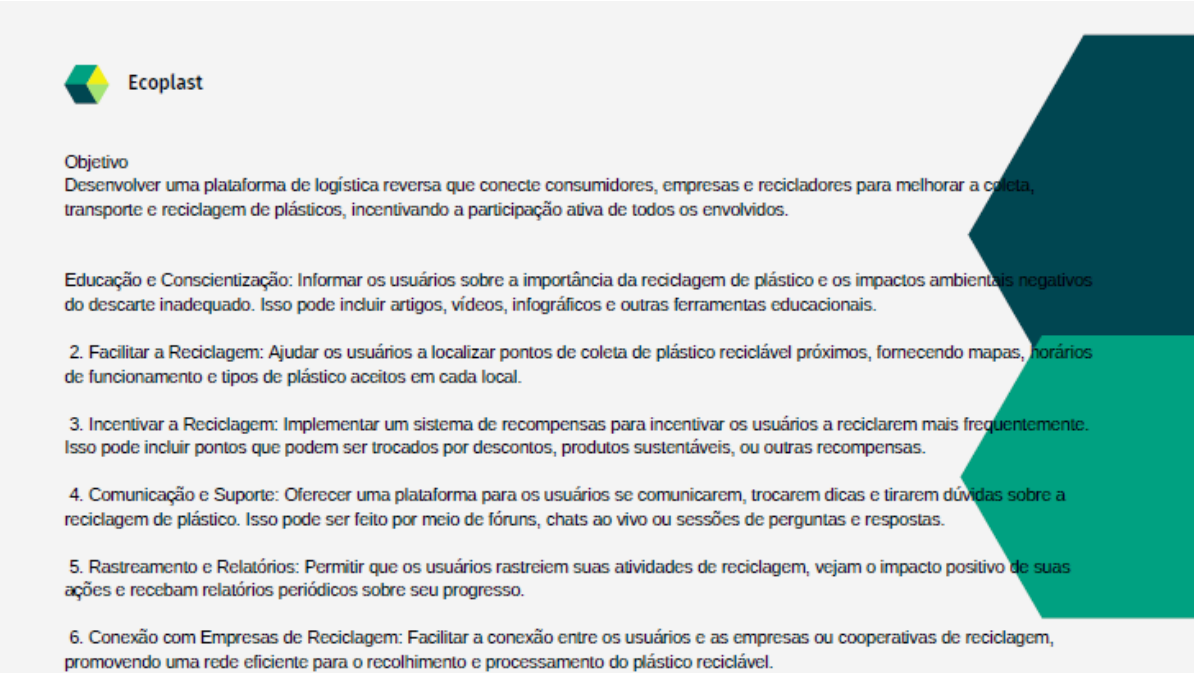
4 **Sustentabilidade**

Promove a sustentabilidade, incentivando o uso de recursos naturais de forma responsável.

Encerramento

Chegamos ao final da nossa apresentação sobre o aplicativo de reciclagem. Juntos, construímos uma solução inovadora que incentiva a reciclagem, educa sobre a importância do descarte correto do lixo e promove a sustentabilidade em nossa comunidade.

ANEXO I – MATERIAL UTILIZADO PELA EQUIPE 3 PARA A APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA



Componentes do sistema

.Componentes do Sistema

1. **Plataforma Digital Integrada (PDI)**
   - **Aplicativo para Consumidores:** Permite que os usuários registrem seus resíduos plásticos, localizem pontos de coleta próximos e acompanhem o status de reciclagem.
   - **Portal para Empresas:** Interface para empresas registrarem resíduos plásticos gerados, agendarem coletas e acompanharem o impacto ambiental de suas práticas de reciclagem.
   - **Dashboard para Recicladores:** Ferramenta para recicladores gerenciarem a coleta, transporte e processamento de plásticos, com visualização em tempo real dos fluxos de resíduos.

Rede de ponto de coleta

2. **Rede de Pontos de Coleta (RPC)**
   - **Estabelecimentos Parceiros:** Supermercados, lojas e escolas que atuam como pontos de coleta, incentivando a comunidade a descartar seus plásticos corretamente.
   - **Lixeiras Inteligentes:** Equipadas com sensores para detectar o tipo e a quantidade de plástico descartado, enviando dados para a PDI e gerando recompensas para os usuários.

Sistema de incentivo

3. **Sistema de Incentivos (SI)**
   - **Recompensas para Consumidores:** Pontos que podem ser trocados por descontos em lojas parceiras, créditos para transporte público ou produtos sustentáveis.
   - **Incentivos Fiscais para Empresas:** Benefícios fiscais para empresas que participam ativamente do sistema de logística reversa e atingem metas de reciclagem.

ANEXO J – MATERIAL UTILIZADO PELA EQUIPE 4 NA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

Processamento e Triagem: Separando o Lixo para Reciclagem

Triagem Manual
Em alguns casos, a triagem manual ainda é necessária para separar materiais complexos ou de difícil identificação.

Triagem Automática
Equipamentos como separadores magnéticos, ópticos e de correntes permitem uma triagem rápida e precisa de diversos tipos de materiais.

Tecnologia de Ponto de Triagem
Sensores inteligentes, robôs e visão computacional podem auxiliar na identificação e separação de materiais, aumentando a eficiência e precisão da triagem.

Made with Gamma

Tecnologias Inovadoras para a Reciclagem

1 **Reciclagem Química**
A reciclagem química transforma materiais como plásticos em seus componentes originais, permitindo a criação de novos produtos.

2 **Bioplastico**
Bioplásticos são compostos por materiais de origem biológica, podendo ser biodegradáveis e compostáveis, reduzindo o impacto ambiental.

3 **Reciclagem Mecânica**
A reciclagem mecânica é o processo mais comum, onde materiais como papel, metal e vidro são triturados, separados e transformados em novos produtos.

Made with Gamma

Exemplos de Sucesso na Reciclagem de Lixo

Programa de Compostagem em Comunidade
Em diversas cidades, programas de compostagem comunitária permitem que os moradores transformem resíduos orgânicos em adubo para jardins.

Coleta Seletiva Porta a Porta
Em várias cidades, o serviço de coleta seletiva porta a porta incentiva a separação do lixo e facilita o acesso à reciclagem para os moradores.

Parcerias Público-Privadas
A colaboração entre governos e empresas privadas é essencial para desenvolver e implementar soluções inovadoras para a gestão de resíduos.

Made with Gamma

ANEXO K – MATERIAL UTILIZADO PELA EQUIPE 5 NA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

No Brasil, 2 milhões de toneladas de lixo eletrônico são descartadas anualmente, mas apenas cerca de 3% são reaproveitadas, colocando o país como o quinto maior produtor global desse resíduo.
Brasil é o quinto maior produtor de lixo eletrônico
O Brasil descarta 2 milhões de toneladas desse tipo de resíduo por ano e menos de 3% são reaproveitados.
CHINA - 10,1 MILHÕES DE TONELADAS
EUA - 6,9 MILHÕES DE TONELADAS
ÍNDIA - 3,2 MILHÕES DE TONELADAS
JAPÃO - 2,5 MILHÕES DE TONELADAS
BRASIL - 2,1 MILHÕES DE TONELADAS
Fonte: Relatório desenvolvido pela Universidade das Nações Unidas

SOLUÇÃO
Promover a redução do descarte inadequado de lixo eletrônico, contribuindo para a preservação ambiental.
Recolhimento do lixo eletrônico por meio de ecopontos de coleta estrategicamente localizados na cidade. Há a disponibilidade de um mapa (no site e app "e-recicle") identificando todos os locais de descarte correto.
Recuperação de componentes úteis por triagem para montagem de novos produtos sustentáveis de posterior comercialização, incluindo a venda de materiais específicos, como plástico e cobre, para empresas especializadas.

SITE E APP
Descubra o caminho da sustentabilidade com nosso site e aplicativo inovadores, que oferecem um mapa interativo para localizar facilmente ecopontos de coleta de lixo eletrônico.
Simplificamos sua jornada de reciclagem, tornando-a acessível e amigável ao meio ambiente.
E-RECICLE
E-RECICLE
Encontre o Ecoponto mais próximo de você!

VANTAGENS COMPETITIVAS
COMPROMISSO AMBIENTAL
Reflete a responsabilidade da empresa com o meio ambiente, sendo essencial para ganhar a confiança de clientes e parceiros.
B2B
(BUSINESS TO BUSINESS)
Possibilidade de fornecer produtos para empresas interessadas em adquirir equipamentos eletrônicos reutilizados ou matérias-primas.
MATÉRIA-PRIMA ECONÔMICA
Obtendo matéria-prima com baixo custo ao adquiri-la de empresas de coleta de lixo eletrônico e voluntários no recolhimento de lixo.

E-RECICLE
"Seja a mudança que o mundo precisa, seja consciente, E-Recicle."
OBRIGADO PELA ATENÇÃO!