



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**WALBERTO JOSÉ BARBOSA DA SILVA**

**UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA NA ABORDAGEM CTSA SOBRE O  
LIXO E FUNÇÕES INORGÂNICAS: análise de contribuições e limitações para  
responsabilidade social**

**Recife**  
**2025**

**WALBERTO JOSÉ BARBOSA DA SILVA**

**UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA NA ABORDAGEM CTSA SOBRE O  
LIXO E FUNÇÕES INORGÂNICAS: análise de contribuições e limitações  
para a responsabilidade social**

Monografia apresentada a coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos pré-requisitos para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Ruth do Nascimento  
Firme

**Recife**

**2025**

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

S586i Silva, Walberto José Barbosa da.

Uma intervenção didática na abordagem CTSA sobre o lixo e Funções Inorgânicas: análise de contribuições e limitações para a responsabilidade social / Walberto José Barbosa da Silva. – Recife, 2025.

71 f.; il.

Orientador(a): Ruth do Nascimento Firme.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Química, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Química - Estudo e ensino . 2. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). 3. Lixo - Eliminação. 4. Funções Inorgânicas I. Firme, Ruth do Nascimento, orient. II. Título

CDD 540

**WALBERTO JOSÉ BARBOSA DA SILVA**

**UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA NA ABORDAGEM CTSA SOBRE O LIXO E FUNÇÕES INORGÂNICAS: análise de contribuições e limitações para a responsabilidade social**

Monografia apresentada a coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos pré-requisitos para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme

Aprovado em: 17 de dezembro de 2025.

**Banca Examinadora**

---

Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme – Orientadora  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. José Euzébio Simões Neto – Avaliador interno  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Profa. Ma. Halana Rebeca Justino do Nascimento Bomfim – Avaliadora externa  
Secretaria de Educação da Pernambuco

*Dedico este trabalho à minha amada  
mãezinha, Amerita Barbosa da Silva (in  
memorian), por sempre acreditar em  
mim.*

## AGRADECIMENTOS

Certamente, estes parágrafos não conseguirão contemplar todas as pessoas que fizeram parte dessa fase tão importante da minha vida. Logo, peço desculpas antecipadamente àquelas que não foram mencionadas aqui, mas podem ter a certeza de que estão em meus pensamentos e na minha gratidão.

Primeiramente, agradeço à Deus e aos bons espíritos de luz que me guiaram nesta jornada, que me deram sabedoria, saúde, forças e proteção em todos os momentos desta jornada.

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Ruth Firme, por toda paciência, por ser esta pessoa tão incrível e inenarrável. Sabendo me conduzir com muita empatia nesta trajetória.

Agradeço a todos os professores do Departamento de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (sede), que de uma forma direta ou indireta, contribuíram para a minha formação.

Agradeço aos técnicos de laboratório do Departamento de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (sede), Vitocley Bezerra de Moraes e Lidiane Macedo Alves de Lima, que foram importantes no suporte constante das aulas experimentais do curso de Química.

Agradeço em especial ao técnico de laboratório do Departamento de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (sede), Marcelo Ricardo de oliveira, que não só foi importante no suporte constante das aulas experimentais do curso de Química, mas como também, nos materiais de laboratórios: reagentes e vidrarias, que foram cedidos com muito cuidado e profissionalismo, para a contribuição deste trabalho com êxito.

Agradeço em especial a minha companheira Lígia, pelo constante acolhimento, suporte emocional, incentivo para conclusão do curso de Química e desta pesquisa deste trabalho. Assim como também, agradeço pela contribuição intelectual.

Agradeço ao gestor escolar da Escola de Referência em Ensino Médio Maria Vieira Muliterno, Professor Elias José da Silva, por ter autorizado a realização da pesquisa na escola, resultando numa contribuição relevante nesta pesquisa.

Agradeço a secretária da Escola de Referência em Ensino Médio Maria Vieira Muliterno, Genilda Miranda, por ter recebido e encaminhado com eficiência, as documentações necessárias de autorização da pesquisa dentro da escola.

Agradeço ao Coordenador de apoio da Escola de Referência em Ensino Médio Maria Vieira Muliterno, Professor Andreson, que o tempo todo foi bastante receptivo e comunicativo, para ajudar no horário de distribuição de aulas em virtude do direcionamento da pesquisa deste trabalho.

Agradeço em especial ao querido Professor da Escola de Referência em Ensino Médio Maria Vieira Muliterno, Me. Imerson Mota, da disciplina de Química, que cedeu as suas aulas como contribuição para a relevância deste trabalho.

Agradeço em especial a todos os educandos do 2ºano-Orange da Escola de Referência em Ensino Médio Maria Vieira Muliterno, do corrente ano, que se dedicaram com muito empenho nesta pesquisa, sendo verdadeiros protagonistas e cientistas, dando uma contribuição marcante e direcionando os objetivos da escola que é transcorrido neste trabalho com muito louvor.

Agradeço aos Pais dos educandos do 2ºano-Orange E.M por ter confiado neste trabalho de pesquisa e ter concedido a autorização aos (as) filhos (as) a participarem.

Agradeço aos meus cachorros: Hulk, Kira e Danka, pela companhia constante de amor, acolhimento nos momentos difíceis do curso de Química e de injetarem forças para a finalização deste trabalho.

Agradeço ao Professor de Biologia, Benjamim Constant Batista, da Escola de Referência em Ensino Médio Maria Vieira Muliterno, por ter contribuído em uma das etapas deste trabalho de pesquisa como jurado no Momento Decisório.

Agradeço a minha querida amiga, Professora Me. Juliana Charamba, pelas contribuições nas formatações de números de páginas e sumário, conforme ABNT.

Agradeço ao professor de Química da Escola de Referência em Ensino Médio Maria Vieira Muliterno, Ricardo Barbosa (meu guru), por ter sido um grande incentivador, para que eu fizesse o curso de Química.

Agradeço ao meu eterno amigo e irmão, Professor Felipe Carvalho da silva (in memória), por ser uma luz divina de estímulo em todos os momentos.

Enfim, a todos aqueles que por algum motivo contribuíram para a realização deste trabalho.

É necessário dizer que não é a quantidade de informações, nem a sofisticação em Matemática que podem dar sozinhas um conhecimento pertinente, mas sim a capacidade de colocar o conhecimento no contexto. (Edgar Morin, 1999).

## RESUMO

Este trabalho analisa contribuições e limitações de uma intervenção didática fundamentada na abordagem CTSA a partir da temática Lixo e do conteúdo Funções Inorgânicas para a responsabilidade social. A investigação parte da constatação de que os educandos apresentam dificuldades significativas na aprendizagem de conteúdos de Química, como as funções inorgânicas, frequentemente agravadas pelo modelo tradicional expositivo. Fundamentado em autores como Morin, Freire e Muchen e Adaime, o estudo defende a contextualização crítica como caminho para a construção do conhecimento pertinente, integrando dimensões sociais, científicas, tecnológicas e ambientais, como é defendido na abordagem CTSA. A pesquisa, qualitativa de natureza descritiva, foi desenvolvida no contexto de uma intervenção didática realizada com educandos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de referência e contou com a participação de 39 educandos da 2ºano. A intervenção didática foi estruturada a partir da Espiral de Responsabilidade de Waks, composta pelas fases de Autoconhecimento, Estudo e Reflexão, Tomada de Decisão, Ação Responsável e Integração. Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados o diário de bordo e a observação participante nos debates, discussões de sala de aula, atividades experimentais e júri simulado. Os resultados indicam contribuições e limitações da abordagem CTSA. Como contribuições são destacadas: o entendimento dos danos causados pelo descarte inadequado de resíduos sólidos; A participação dos educandos nos debates; A preocupação e empenho em propor soluções, compreendendo sua responsabilidade e pertencimento com a comunidade escolar. Sobre as limitações podem ser citadas: o tempo dedicado à fase de Estudo e Reflexão caso se estendesse, permitiria maior aprofundamento e interações com o tema tratado. Conclui-se que a abordagem CTSA representa uma abordagem que potencializa o ensino de Química, articulando formação cidadã, criticidade e participação ativa dos estudantes.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. CTSA. Lixo. Funções Inorgânicas.

## ABSTRACT

This study analyzes the contributions and limitations of a didactic intervention grounded in the Science, Technology, Society, and Environment (STSE) approach, using the theme of “waste” in connection with the teaching of Inorganic Functions. The research is based on the recognition that students face significant difficulties in learning abstract Chemistry concepts, particularly inorganic functions, often intensified by traditional expository teaching methods. Drawing on the theoretical contributions of authors such as Morin, Freire, and Muchen and Adaime, the study advocates critical contextualization as a pathway to the construction of relevant knowledge, integrating social, scientific, technological, and environmental dimensions, as proposed by the STSE approach. This qualitative, descriptive study was conducted through a didactic intervention with 39 students enrolled in the second year of a public state high school. The intervention was structured according to Waks’ Responsibility Spiral, encompassing the phases of Self-Understanding, Study and Reflection, Decision-Making, Responsible Action, and Integration. Data collection instruments included a field journal and participant observation during classroom debates, discussions, experimental activities, and a simulated jury. The results indicate both contributions and limitations of the STSE approach. The main contributions include students’ understanding of the environmental impacts caused by improper waste disposal, their active participation in debates, and their concern and commitment to proposing solutions, demonstrating a sense of responsibility and belonging to the school community. Regarding limitations, the restricted time allocated to the Study and Reflection phase limited deeper exploration and interaction with the topic. The study concludes that the STSE approach enhances Chemistry teaching by promoting civic education, critical thinking, and active student participation.

**Keywords:** Chemistry Teaching. STSE. Waste. Inorganic Functions.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Abordagem CTS/CTSA.....	15
2.2 Lixo como temática para a abordagem CTSA.....	18
2.3 Funções Inorgânicas: conceitos fundamentais e suas relações com a temática lixo....	19
2.3.1 Conceitos sobre Ph.....	23
2.3.2 pH na abordagem CTSA: Dimensões Científicas, Tecnológicas, Sociais e Ambientais.....	23
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
3.1 Contexto da pesquisa.....	25
3.2. Participantes da pesquisa.....	26
3.3 Etapas da pesquisa.....	27
3.4 Instrumentos de coletas de dados e análise.....	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A – Plano de aula expositiva – dialogada</b>	
<b>APÊNDICE B – Plano de aula experimental</b>	
<b>APÊNDICE C – Guia de observação de experimento</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

A relevância do ensino de Química se origina do fato de que grande parte dos fenômenos ao nosso redor é constituído por substâncias químicas. Assim, entender o comportamento e as propriedades dessas substâncias pode proporcionar aos educandos uma visão mais ampla do mundo.

Atualmente, o ensino de Química tem se esforçado para deixar de ser mística a percepção de que a disciplina é complexa e difícil. Essa visão, que circula entre os educandos no ambiente escolar, muitas vezes resulta do ensino tradicional, que se concentra apenas na transmissão de conceitos, fórmulas e equações. Portanto, é fundamental implementar métodos que promovam novas abordagens no ensino para transformar essa realidade. Nesse sentido, os professores de Química enfrentam dificuldades para desenvolver estudos e pesquisas que ampliem o repertório de metodologias que favoreçam a eficácia do ensino dessa disciplina (Pontora; Mendes, 2017).

Entretanto, as dificuldades na aprendizagem dos conteúdos nas aulas de Química são uma realidade nas escolas. Conscientes de que a questão não se esgota aqui, mas direciona as inquietações que nos atravessam, a ênfase foi voltada às dificuldades de aprendizagem do conteúdo das Funções Inorgânicas. Sobre isto, Cardoso, et al (2024) apontam a abstração e a memorização como principais fatores que impactam no conhecimento das funções inorgânicas. Além disso, as aulas expositivas, que ocorrem com frequência nas escolas, são uma questão a ser repensada, pois a necessidade de instrumentalizar os estudantes contextualizando, problematizando e experimentando os conteúdos têm sido uma questão emergente.

Traçando elos com Morin (2000), questiona-se tais práticas com o propósito de construção do conhecimento pertinente que estabeleça conexões na direção da compreensão do conjunto. Este conhecimento, quando tratado de forma complexa e criativa no contexto das aulas de Química, pode permitir a apropriação de uma realidade multidimensional, na qual toma como referência essa mesma realidade.

Na busca por respostas para este desafio do conhecimento pertinente defendido pelo autor, considera-se o termo contextualização no panorama traçado por Paulo Freire, que implica em práticas pedagógicas que problematizam questões da comunidade escolar com o propósito de formar cidadãos críticos. Essa ideia de contextualização aparece em conformidade com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que apresentavam uma forma de pensar o Ensino Médio de maneira ampla e que validava a formação cidadã. A concepção também aparece atualmente no documento normativo da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Na perspectiva da contextualização dos conteúdos, destacamos a abordagem CTS ao problematizar temas e contextos de significação dos conceitos (Carvalho, 2015). Dessa maneira, a aprendizagem é construída com a ciência fazendo parte do cotidiano e da sociedade. Os temas problematizados também refletem as consequências sociais das ciências e tecnologias, suas contribuições e limites, seus danos ou desigualdades sociais, numa dimensão ética (Firme, 2012).

A abordagem CTS foi desenvolvida na década de 1970, com o objetivo de aprimorar a compreensão dos fenômenos que acontecem no dia a dia e integrar as concepções pessoais dos estudantes com o ambiente científico, social, tecnológico e ambiental (Muchen; Adaime, 2015). Este enfoque tem como proposta ensinar a partir de situações reais que incorporam aspectos tecnológicos e sociais dos educandos. Além disso, promove a compreensão da tecnologia como uma ferramenta que pode atender às necessidades humanas, enfatizando a importância de diferenciar entre o uso responsável e aquele que pode causar danos ao meio ambiente. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento de uma visão crítica dos fenômenos que envolvem os educandos (Muchen; Adaime, 2015).

A partir de uma preocupação acerca das questões ambientais relativas à ciência, tecnologia e sociedade, Muchen e Adaime, (2015) adotam o acrônimo CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). A abordagem CTSA busca unir o saber científico com as questões sociais, tecnológicas, éticas e, principalmente, as ambientais que influenciam a vida cotidiana das pessoas. O termo Educação CTSA se debruça sobre os questionamentos éticos do desenvolvimento científico e tecnológico, bem como de seus efeitos na sociedade e no meio ambiente. De acordo com Strieder e Kawamura (2017, p. 55), citando Aikenhead (2006), essa abordagem é chamada de educação humanística, que se contrapõe à formação tradicional de cientistas, ou seja, “a educação CTSA é entendida como um movimento de educação científica voltado para a cidadania”, caracterizada pela “racionalidade científica, pelo desenvolvimento tecnológico e pela participação social”.

Para a abordagem CTS/CTSA, é proposto na literatura um modelo para o planejamento e desenvolvimento das atividades, a denominada Espiral de Responsabilidade de Waks (1996). Segundo o autor, este modelo considera que, para o desenvolvimento da responsabilidade social, os estudantes precisam vivenciar cinco fases (da espiral), a saber: autocompreensão (compreender-se a si mesmo como corresponsável pela superação de problemas socioambientais), estudo e reflexão (estudo das dimensões científicas, tecnológicas, sociais, ambientais etc, relativas a um tema em estudo e de suas interrelações), tomada de decisão (escolha de alternativas para resolver os problemas postos no tem em estudo), ação responsável

(proposição e execução de ações que buscam resolver tais problemas) e integração (integração de todos os aspectos discutidos e aprendidos ao longo das atividades).

Nesta pesquisa, foi adotado o acrônimo CTSA, considerando a especificidade do tema: o lixo e os impactos ambientais. Optou-se por esta temática considerando sua natureza controversa, relevância social e sua relação com o desenvolvimento tecnocientífico (Santos; Mortimer, 2002).

A questão da poluição causada pelo lixo é central nas discussões ambientais, especialmente porque a produção de resíduos pela sociedade é contínua. A sua produção sempre acompanhou a história da humanidade, o que ajuda a entender sua definição. Lixo pode ser entendido como os resíduos ou sobras das atividades humanas que se tornam inúteis, indesejáveis e, portanto, são descartados (Fadini; Barbosa, 2001). O problema ambiental surge quando o descarte desses resíduos é feito de maneira inadequada, podendo contaminar rios, oceanos e o solo (Fröhlich, 2016). Seguindo estas reflexões, nesta pesquisa, a problemática desenvolvida com os estudantes foi o lixo depositado pelos moradores da comunidade, na frente da escola.

Krasilchik (2008), afirma que a relevância no desenvolvimento do tema permite a integração de vários saberes, proporcionando uma visão mais abrangente e crítica. Explorar as interconexões relacionadas a gestão de resíduos sólidos e políticas públicas ambientais articulando com as particularidades e realidade da comunidade é desafiador e requer a elaboração de um plano de trabalho. Assim, é na complexidade do tema lixo que reside o contexto para desenvolver esta pesquisa, com abordagem CTSA e ênfase no conteúdo de Funções Inorgânicas.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de Química deve ter como foco principal o desenvolvimento de uma compreensão abrangente do conhecimento, visando aprimorar a formação cidadã dos educandos. Isso implica que, em sala de aula, devem ser abordados temas relevantes para a sociedade e que se conectem com a realidade dos educandos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que define um conjunto de aprendizagens para a educação básica em seus três níveis (infantil, fundamental e médio), por sua vez apresenta, princípios que devem ser observados para o enfrentamento dos desafios da sociedade do século XXI, organizados em 10 competências gerais. O documento define competência como “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (Brasil, 2018, p.

8). Dentre as competências, destacam-se duas que apresentam elementos que se aproximam da perspectiva da formação cidadã:

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (Brasil, 2018, p. 9).

10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários (Brasil, 2018, p.10).

Partir da temática lixo no desenvolvimento da abordagem CTSA no ensino de Funções Inorgânicas, se mostra uma estratégia viável para alcançar os objetivos propostos pelo documento normativo BNCC. De acordo com (Peter Atkins; Loretta Jones, 2012), o estudo das funções inorgânicas é essencial porque permite compreender a composição, as propriedades e as transformações das substâncias químicas presentes no cotidiano, na indústria, no meio ambiente e nos processos biológicos.

As Funções Inorgânicas são classificadas em: ácidos, bases, óxidos e sais, sendo essas categorias que podem ser conectadas a temas que permitem a relação entre a teoria científica e a vida cotidiana dos educandos (Pontora; Mendes, 2017).

Portanto, este trabalho busca responder a seguinte questão de pesquisa: **quais as contribuições e limitações de uma intervenção didática fundamentada na abordagem CTSA a partir da temática Lixo e do conteúdo Funções Inorgânicas para o desenvolvimento da responsabilidade social por estudantes da 2ª série do Ensino Médio?**

Para buscar respostas à questão de pesquisa, delimitou-se como objetivo geral: Analisar contribuições e limitações de uma intervenção didática fundamentada na abordagem CTSA a partir da temática Lixo e do conteúdo Funções Inorgânicas para a responsabilidade social.

Os objetivos específicos foram:

- Identificar concepções prévias dos educandos sobre a temática Lixo e o conteúdo de funções inorgânicas;
- Analisar compreensões dos educandos expressas em cada fase da espiral de responsabilidade.

As contribuições esperadas desta pesquisa para a área de ensino da Química, concerne em buscar caminhos que viabilizem, por meio da abordagem CTSA, a aproximação dos conceitos de Funções Inorgânicas, representadas pelos ácidos, bases, sais e óxidos às questões ambientais, como as relativas ao lixo, dentro e fora da escola. Sendo o lixo um tema social da

vida real, ele permite a contextualização dos conteúdos químicos, além de contribuir para estimular a aprendizagem dos estudantes, bem como para desenvolver competências e habilidades em um sentido ético para a formação cidadã dos educandos.

Portanto, destaca-se a relevância e a pertinência da temática na atualidade. A presença de substâncias inorgânicas no lixo é um assunto relevante para promover a conscientização ambiental. Resíduos como plásticos, metais, vidros e borracha são materiais que possuem baixa capacidade de decomposição, o que pode resultar em poluição e impactos negativos ao ecossistema. Por isso, é essencial praticar o descarte correto e estimular o uso de tecnologias eficazes para o tratamento desses materiais, colaborando com a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável. Nessa perspectiva, a escola e mais especificamente o ensino de Química, podem contribuir na formação de cidadãos críticos com condições de elaborar análises diante das complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Esta monografia está organizada da seguinte forma: introdução, que contextualiza o objeto de investigação, seguida da fundamentação teórica, que apresenta um recorte teórico a partir do diálogo com os nossos interlocutores, da metodologia, que apresenta como a pesquisa foi realizada, seus instrumentos de coleta de dados, a organização das análises, bem como sua natureza, dos resultados encontrados e discussões realizadas, finalmente, das considerações finais com as percepções da investigação e os seus desdobramentos possíveis.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são discutidos pressupostos da abordagem CTS e seu percurso e desdobramento para a abordagem CTSA, a temática lixo e suas relações com a abordagem CTSA, bem como, os conceitos fundamentais das funções inorgânicas e suas conexões com a temática em tela.

### 2.1 Abordagem CTS

Compreende-se que, ao fundamentar o ensino de Química nos objetivos da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), busca-se promover a aquisição de conhecimentos essenciais para uma participação mais qualificada na sociedade (Bazzo; Auler, 2001).

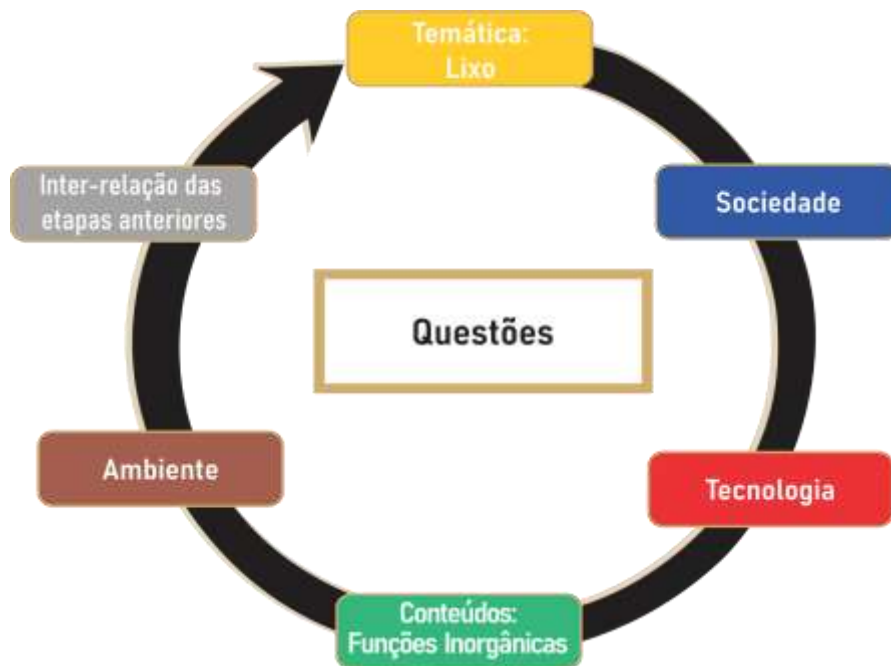
Para delimitar e potencializar ações no contexto brasileiro, Auler (2007) identifica três dimensões da abordagem CTS: a abordagem de temas relevantes para a sociedade; a interdisciplinaridade; e o processo de tomada de decisão de maneira democrática no campo da Ciência e Tecnologia. A discussão de temas científicos ou tecnológicos que possam ser problemáticos do ponto de vista social é uma das principais metas desta abordagem. O objetivo é incluir tópicos que evidenciem as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, proporcionando condições para o desenvolvimento da habilidade de tomada de decisão.

A abordagem CTS pressupõe que os conteúdos científicos devem ser compreendidos dentro de seu contexto histórico, social e tecnológico, promovendo uma formação crítica que ultrapasse o caráter meramente conteudista do ensino tradicional. Segundo Aikenhead (1994), a educação orientada pela abordagem CTS visa formar cidadãos capazes de compreender e posicionar-se em debates que envolvem ciência, tecnologia e problemas sociais.

A incorporação da dimensão ambiental nas abordagens CTS enfatiza explicitamente a inclusão de aspectos ambientais (Farias; Freitas, 2007). Neste tipo de abordagem, há uma preocupação: a educação deve formar cidadãos informados e capazes de tomar decisões sobre questões contemporâneas, em especial sobre questões ambientais, que envolvem ciência e tecnologia.

Na Figura 1 é ilustrado um esquema que representa um caminho, na perspectiva do autor desta monografia, para abordar as dimensões da abordagem CTSA para discutir a temática lixo.

**Figura 1:** Caminho da abordagem CTS/CTSA a partir da temática lixo



**Fonte:** Autor (2025).

Segundo o caminho apresentado, para a abordagem CTSA sobre o tema lixo e o conteúdo de Funções Inorgânicas, poderia se iniciar com a discussão sobre aspectos sociais, e seguir abordando aspectos tecnológicos, aspectos científicos, focar nos aspectos ambientais e discutir as inter-relações entre os respectivos aspectos.

Nesta pesquisa, foi adotada a Espiral de Responsabilidade de Waks (1996), para o planejamento e a execução de uma intervenção didática que foi desenvolvida com os estudantes nas aulas de Química. A respectiva espiral é constituída por cinco fases, as quais são: 1. Autocompreensão concebida como “[...] Compreensão de si mesmo como membros interdependentes da sociedade [...]” (Waks, 1996, p. 27); 2. Estudo e reflexão relativa à “[...] Compreensão do desenvolvimento científico e tecnológico, em particular, e seus impactos [...]” (Waks, 1996, p. 29); 3. Tomada de decisão, que envolve o “[...] aprender sobre o processo de tomada de decisões, tomando decisões e defendendo-as apresentando razões e evidências” (Waks, 1996, p. 29); 4. Ação responsável, que leva o indivíduo a “[...] comprometer-se com ação social ou individual após avaliar diferentes alternativas de opções ou situações” (Waks, 1996, p. 30); e 5. a integração, que leva o estudante a “[...] aventurar-se em considerações mais amplas acerca da ciência, da tecnologia e da sociedade, que incluem o tratamento de questões éticas e valores pessoais e sociais” (Waks, 1996, p. 30).

Quanto à seleção de temas relevantes são postos alguns critérios: “(1) se é, de fato, um problema de natureza controversa, ou seja, se existem opiniões divergentes a respeito; (2) se o tema possui relevância social; e (3) se o tema, em alguma dimensão, está relacionado à ciência e à tecnologia” (Santos; Mortimer, 2002, p. 9). Para os autores o problema de natureza controversa atuam como questões sociocientíficas contextualizando as discussões na realidade dos educandos.

A importância da controvérsia reside, inicialmente, em sua capacidade de promover o pensamento crítico e reflexivo. A educação deve problematizar a realidade, permitindo que os estudantes superem uma visão ingênua do mundo e desenvolvam uma consciência crítica acerca das relações sociais que os cercam. Nessa perspectiva, temas controversos rompem com práticas pedagógicas transmissivas, uma vez que exigem análise, argumentação e posicionamento diante de problemas reais. Assim, a controvérsia atua como um dispositivo pedagógico que mobiliza o diálogo, a reflexão ética e a tomada de decisão consciente (Freire, 1996, p.29-30).

No entanto, vale ressaltar que mesmo que os professores reconheçam a relevância da abordagem CTSA para a formação dos educandos, existem desafios nesse processo e, dentre outros, pode-se citar: o equilíbrio entre a abordagem CTSA e os conteúdos tradicionais do ensino de Química; a avaliação dos educandos em relação aos objetivos CTSA; a disponibilidade de materiais adequados para o ensino; a possível diminuição do conteúdo tradicional de ciências; e a necessidade de ensinar a partir de questões controversas. Para que o ensino de Química esteja alinhado com os objetivos da abordagem CTSA, o estudo de temas sociais não deve se restringir à compreensão dos conhecimentos químicos, mas incluir aspectos relativos às leis, economia, política, cultura, meio ambiente, entre outros.

Neste sentido segundo Santos e Auler (2011), a abordagem CTSA propõe uma reorganização curricular que ultrapassa a lógica tradicional de ensino centrada na transmissão descontextualizada de conteúdos científicos. Nesse contexto, o currículo deixa de ser compreendido apenas como um conjunto de conceitos e conteúdos disciplinares a serem memorizados e passa a assumir uma perspectiva formativa, crítica e interdisciplinar, voltada para a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Tal concepção curricular busca promover uma formação cidadã que possibilite aos educandos interpretar problemas sociais concretos, posicionar-se criticamente e atuar de forma responsável na sociedade. No entanto, embora professores reconheçam a relevância da abordagem CTSA para a formação integral dos educandos, sua inserção no currículo escolar ainda encontra inúmeros desafios. Entre eles, destacam-se a necessidade de conciliar os conteúdos tradicionais da Química com discussões sociocientíficas, a limitação de materiais didáticos adequados, as dificuldades

de avaliação das competências críticas e cidadãs, além da resistência de modelos curriculares historicamente marcados pela fragmentação disciplinar e pelo enfoque conteudista.

De acordo Auler e Delizoicov (2001), a perspectiva CTS/CTSA questiona a neutralidade da ciência e critica currículos pautados exclusivamente na preparação propedêutica e tecnicista. Para os autores, o currículo de Ciências precisa aproximar-se das problemáticas sociais vivenciadas pelos estudantes, permitindo que os conhecimentos científicos sejam compreendidos em suas dimensões históricas, políticas, econômicas e ambientais. Dessa forma, ensinar Química a partir da abordagem CTSA significa discutir não apenas conceitos químicos, mas também os impactos sociais e ambientais relacionados à produção científica e tecnológica.

Nessa direção, Santos (2010), afirma que a educação CTSA exige uma ressignificação curricular capaz de integrar conteúdos científicos a temas socialmente relevantes. Isso implica abandonar práticas centradas na memorização mecânica e promover situações de aprendizagem que envolvam investigação, argumentação, tomada de decisão e análise crítica de problemas reais. Assim, temas como lixo, poluição, consumo, sustentabilidade e resíduos químicos tornam-se articuladores curriculares importantes, pois permitem contextualizar os conteúdos químicos e relacioná-los às vivências sociais dos educandos.

## **2.2 Lixo como temática para a abordagem CTSA**

A discussão sobre o lixo – ou, mais propriamente, os resíduos sólidos – tornou-se central nos debates ambientais contemporâneos, devido ao crescimento acelerado da urbanização, do consumo e da produção industrial, fatores que intensificaram significativamente a geração destes e das consequências negativas de seu manejo inadequado. De acordo com Layrargues (2012), a problemática dos resíduos sólidos expressa um conjunto de dimensões sociais, econômicas e culturais que ultrapassam a simples gestão técnica do lixo.

O lixo deixa de ser apenas um fenômeno físico-químico ou um problema ambiental e passa a ser compreendido como um tema complexo, diretamente relacionado ao consumo, aos processos produtivos e às escolhas sociopolíticas da sociedade (Layrargues; Lima, 2014).

Nesse cenário, a abordagem CTSA emerge como um potencial para articular o conhecimento científico a análises críticas sobre o papel da tecnologia e seus impactos socioambientais (Santos; Mortimer, 2002) relativas ao lixo.

Trabalhar a temática dos resíduos sólidos a partir da abordagem CTSA pode possibilitar, ao educando, compreender os impactos da produção e da destinação inadequada do lixo sobre os ecossistemas, a saúde pública e a qualidade de vida. Como afirma Jacobi (2003), os resíduos

sólidos revelam conflitos socioambientais que refletem desigualdades sociais e insuficiências das políticas públicas. Além disso, a abordagem CTSA permite problematizar a relação entre desenvolvimento tecnológico e geração de resíduos, discutindo alternativas como reciclagem, compostagem, economia circular e tecnologias limpas, promovendo uma reflexão crítica sobre práticas sustentáveis (Santos, 2008).

A integração entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, mediada pela temática do lixo, representa uma oportunidade de promover uma educação crítica, contextualizada e comprometida com a sustentabilidade. Ao compreender o lixo não apenas como um resíduo do consumo moderno, mas como um desafio que envolve escolhas econômicas, políticas e culturais, o educando pode torna-se capaz de agir de forma consciente e participativa, contribuindo para um futuro ambientalmente mais equilibrado e socialmente mais justo (Layrargues; Lima, 2014).

A partir da temática lixo, optou-se nesta pesquisa, para a abordagem do conteúdo de Funções Inorgânicas, isso por este ser um dos conteúdos curriculares possível de ser associado a temática, e que envolve elementos científicos, tecnológicos, sociais e, principalmente, ambientais. Tal escolha, fundamenta-se na perspectiva da abordagem CTSA, conforme Auler e Delizoicov (2001), que defendem a contextualização do ensino de Ciências na temática, funções inorgânicas, a partir de problemas reais e socialmente relevantes, possibilitando aos educandos compreenderem a relação entre os conhecimentos científicos e as problemáticas presentes em seu cotidiano.

Outro aspecto relevante refere-se ao caráter interdisciplinar da temática. Conforme argumenta Morin (2000), os problemas contemporâneos exigem um pensamento complexo capaz de integrar diferentes áreas do conhecimento. A problemática dos resíduos sólidos envolve dimensões químicas, biológicas, econômicas, sociais, culturais e políticas, o que torna necessária uma abordagem curricular integrada. Assim, o ensino de Química, ao dialogar com questões ambientais e sociais, contribui para superar a fragmentação do conhecimento e favorecer uma compreensão mais ampla dos fenômenos estudados.

### **2.3 Funções Inorgânicas: conceitos fundamentais e suas relações com a temática lixo**

As Funções Inorgânicas constituem uma das bases estruturantes da Química, uma vez que agrupam substâncias que apresentam propriedades químicas e comportamentais semelhantes. Esse estudo é fundamental para compreender a reatividade entre espécies químicas e sua aplicação em processos naturais, industriais, tecnológicos e ambientais.

Conforme Brady e Humiston (2009), a classificação das substâncias inorgânicas em funções químicas facilita a sistematização do conhecimento químico e permite ao estudante reconhecer padrões de comportamento entre moléculas e íons. As Funções Inorgânicas clássicas são tradicionalmente quatro principais: ácidos, bases, sais e óxidos.

Os ácidos são definidos pela teoria de Arrhenius, substâncias que, em solução aquosa se ionizam, liberando íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  (Hynek; Marshall, 2012). A expansão conceitual promovida por Brønsted e Lowry colaboram em seus estudos, que os ácidos representam espécies químicas capazes de doar prótons, independentemente do meio. Atkins e Jones (2012) destacam que os ácidos desempenham papel fundamental em diversos processos biológicos, industriais e ambientais, como digestão, corrosão metálica, fabricação de fertilizantes e formação de chuva ácida. Exemplos relevantes incluem o ácido clorídrico (HCl), presente no suco gástrico, e o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), utilizado em sínteses orgânicas e na indústria bélica.

As bases são definidas, segundo Arrhenius, como substâncias que liberam íons  $\text{OH}^-$  em solução aquosa. Entretanto, na visão de Brønsted-Lowry, bases constituem espécies capazes de aceitar prótons. Segundo Russell (2010), a compreensão das bases é essencial para interpretar reações de neutralização, tamponamento e mecanismos de equilíbrio funções inorgânicas: equilíbrio de solubilidade (sais e bases) e ácidos e bases que regulam sistemas naturais. Bases como o hidróxido de sódio (NaOH) e o hidróxido de amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) são amplamente utilizadas em processos industriais, fabricação de sabões, correção da acidez de solos e tratamento de efluentes.

No que diz respeito aos sais, esses compostos resultam, geralmente, da reação entre um ácido e uma base, fenômeno descrito como reação de neutralização. (Chang; Goldsby, 2016), destacam que os sais são compostos iônicos que apresentam elevada estabilidade e desempenham funções essenciais tanto em sistemas biológicos quanto em aplicações industriais. O cloreto de sódio (NaCl), por exemplo, é fundamental para o metabolismo humano e para processos de conservação de alimentos. Sais como o fosfato de cálcio [ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ] e o nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) têm papel significativo como fertilizantes na agricultura.

De acordo com Brown *et al.* (2016), os óxidos são compostos químicos que envolvem o oxigênio combinado com outro(s) elemento(s) químicos, desempenhando papel central na Química Inorgânica por estarem amplamente presentes em processos naturais e tecnológicos. Tradicionalmente, os óxidos são definidos como compostos **binários**, isto é, formados pela combinação do oxigênio com apenas um outro elemento químico inteiro, como no caso do óxido de cálcio (CaO) ou do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Nesses casos, observa-se, em geral, uma relação estequiométrica definida entre os elementos, o que permite sua classificação em

óxidos ácidos, básicos, neutros e anfóteros, de acordo com o comportamento químico apresentado frente a ácidos, bases e água.

Entretanto, Shriver *et al.* (2014), diz que a Química dos sólidos amplia essa compreensão ao considerar também a existência de sistemas **não binários e não estequiométricos**, nos quais a composição não segue proporções fixas e pode envolver variações estruturais mais complexas. Nesses materiais, como certos óxidos de metais de transição, a composição pode apresentar desvios da fórmula ideal devido à presença de defeitos cristalinos e variações nos estados de oxidação, resultando em estruturas como  $Fe_{1-x}O$  ou  $TiO_{2-x}$ . Esses sistemas não se enquadram estritamente na definição clássica de óxidos binários estequiométricos, pois sua composição química é variável e dependente das condições de formação.

Segundo Atkins e Jones (2012), essa distinção é importante porque evidencia que os óxidos não devem ser compreendidos apenas como substâncias simples e fixas, mas como sistemas químicos dinâmicos, cuja estrutura e propriedades dependem da organização atômica e das interações eletrônicas no sólido. As propriedades dos óxidos estão diretamente relacionadas à sua estrutura e à distribuição eletrônica, o que explica a diversidade de comportamentos observados nesses compostos.

Segundo Petrucci *et al.* (2017), os óxidos exercem funções decisivas tanto nos processos geológicos quanto em atividades industriais, como produção de aço, fabricação de vidros e sistemas catalíticos. Óxidos como  $CO_2$ ,  $SO_2$  e  $NO_x$  têm grande relevância ambiental devido aos seus impactos sobre o clima e a qualidade do ar, participando de fenômenos como o efeito estufa e a chuva ácida.

Compreender os conceitos que estruturam as Funções Inorgânicas é fundamental para o entendimento de processos que permeiam o cotidiano. (Mortimer ; Machado,2008) argumentam que a organização conceitual das substâncias químicas permite aos educandos interpretar fenômenos naturais e tecnológicos com maior profundidade e criticidade. Além de seu papel educativo, esse conhecimento é essencial para a compreensão de desafios ambientais, como poluição atmosférica, contaminação da água e impactos industriais.

Desse modo, as Funções Inorgânicas não apenas estruturam o estudo da Química, também fornecem subsídios para o desenvolvimento de competências científicas e para a formação cidadã, especialmente quando associados a temas contemporâneos envolvendo tecnologia, ambiente e sustentabilidade, como o lixo, por exemplo. O aprofundamento desse conhecimento possibilita ao educando compreender os processos microscópicos relacionados

às interações moleculares quanto grandes processos ambientais e industriais que moldam a sociedade moderna.

Além disso, as Funções Inorgânicas constituem uma categoria essencial para compreender os processos químicos envolvidos desde a geração até a decomposição dos resíduos sólidos. Segundo (Atkins; Jones, 2018), tais funções permitem agrupar substâncias com propriedades similares, o que facilita a análise de suas interações e transformações no ambiente. Essa perspectiva torna-se fundamental quando se analisam resíduos provenientes de resíduos domésticos, industriais e urbanos.

A degradação de materiais presentes no lixo pode originar ácidos, bases, sais e óxidos, que influenciam parâmetros ambientais como pH, solubilidade de metais e contaminação hídrica e do solo. De acordo com Manahan (2020), a decomposição de resíduos em aterros gera lixiviados<sup>1</sup> ricos em ácidos inorgânicos, os quais podem promover a solubilização de metais tóxicos, aumentando sua mobilidade e potencial de contaminação. Esse processo evidencia a necessidade de compreender as reações ácido-base e de óxido redução para o monitoramento e tratamento desses materiais.

As bases e sais derivados de resíduos industriais e domésticos também exercem influência significativa. Como afirmam (Mortimer; Taylor, 2019), compostos inorgânicos presentes no lixo, quando solubilizados, alteram a composição iônica do solo e da água, contribuindo para processos como salinização (degradação ambiental caracterizado pelo acúmulo excessivo de sais solúveis — como cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos de (Na)sódio, (Ca)cálcio e (Mg)magnésio) e eutrofização (degradação ambiental associado ao desequilíbrio no ciclo de nutrientes: (N)Nitrogênio e (P)Fósforo, com implicações ecológicas, econômicas e sanitárias significativas). Além disso, óxidos metálicos provenientes de pilhas, eletroeletrônicos e tintas podem liberar metais pesados, substâncias altamente persistentes e tóxicas ao ambiente, conforme relatado por CETESB (2021).

Assim, abordar as Funções Inorgânicas no contexto dos resíduos sólidos permite integrar conceitos químicos com questões ambientais contemporâneas. Essa abordagem reforça a importância da educação química voltada à sustentabilidade, contribuindo para a formação crítica dos educandos e para a compreensão dos impactos gerados pelo descarte inadequado de materiais.

---

<sup>1</sup> A lixiviação é um mecanismo de remoção, dissolução e transporte de substâncias solúveis presentes em um material sólido pela ação de um fluido percolante, principalmente a água. Esse fenômeno ocorre de forma natural em solos e rochas, contribuindo para a formação e a diferenciação dos horizontes do solo, bem como para a ciclagem dos elementos químicos no ambiente (Sparks, 2003).

### 2.3.1 Conceitos sobre pH

O conceito de pH constitui um dos fundamentos essenciais da Química, especialmente no estudo das soluções aquosas e de suas propriedades ácido-base. O termo pH foi introduzido por Søren Sørensen, em 1909, no contexto de pesquisas sobre enzimas e fermentação, com o objetivo de fornecer uma medida padronizada para expressar a acidez das soluções. Em termos científicos, o pH é definido como o logaritmo negativo da concentração de íons hidrogênio livres em solução ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ), conforme a expressão  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ . Assim, trata-se de uma grandeza matemática e química que expressa a intensidade da acidez ou basicidade de uma substância (Atkins; Jones, 2012).

Do ponto de vista conceitual, o pH representa uma escala numérica que varia de 0 a 14, embora valores inferiores ou superiores possam ocorrer em condições específicas. Valores de  $\text{pH} < 7$  caracterizam soluções ácidas,  $\text{pH} = 7$  representam condições neutras, e valores  $\text{pH} > 7$  indicam soluções básicas ou alcalinas (Chang; Goldsby, 2013). Essa classificação está diretamente relacionada à teoria ácido-base de Arrhenius e, posteriormente, às proposições de Brønsted-Lowry e Lewis, que expandiram a compreensão sobre a doação, aceitação e compartilhamento de prótons e pares de elétrons. Assim, o pH funciona como um parâmetro descritivo do comportamento químico das substâncias em solução.

### 2.3.2 pH na abordagem CTSA: Dimensões Científicas, Tecnológicas, Sociais e Ambientais

Na abordagem CTSA, o estudo do pH na dimensão científica, segundo Auler *et al.* (2011), possibilita compreender os processos químicos relacionados à concentração de íons hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) em soluções e suas implicações em diferentes fenômenos naturais e tecnológicos. O conceito de pH constitui um importante parâmetro de logaritmos matemático utilizado para determinar a acidez, neutralidade e a basicidade de substâncias, sendo fundamental em áreas como Química ambiental, Bioquímica, agricultura, indústria e saúde. A compreensão científica desse conceito permite analisar fenômenos como chuva ácida, acidificação de rios e solos, qualidade da água e funcionamento de sistemas biológicos, evidenciando a importância do conhecimento químico para a interpretação crítica da realidade. Nessa perspectiva, o ensino do pH deixa de ser apenas um conteúdo desinteressante e matemático; E passa a ser contextualizado em situações concretas do cotidiano, favorecendo uma aprendizagem significativa e interdisciplinar.

Do ponto de vista tecnológico, a determinação do pH tornou-se fundamental com o desenvolvimento de métodos potenciométricos e eletrodos de vidro, que permitem medições

precisas em sistemas industriais, laboratórios e monitoramento ambiental. Tais instrumentos são essenciais no controle de qualidade de alimentos, medicamentos, cosméticos, produtos de limpeza e em processos como tratamento de água, fermentações e análises laboratoriais (Brown *et al.*, 2019). Nessa dimensão, observa-se como o avanço da ciência e o desenvolvimento tecnológico estão interrelacionados, ao mesmo tempo, como novas demandas sociais e industriais realimentam a produção científica, numa dinâmica discutida na abordagem CTSA.

No aspecto social, o pH assume papel relevante em temas como qualidade da água consumida pela população, segurança alimentar e saúde pública. Desvios significativos de pH podem comprometer redes de abastecimento, provocar corrosão de tubulações, alterar o sabor e a potabilidade da água e influenciar a eficácia de desinfetantes como o cloro. Tais questões evidenciam que compreender o pH não é apenas um exercício teórico, mas uma necessidade ligada ao bem-estar coletivo e a políticas públicas de saneamento (Brasil, 2021).

Em termos ambientais, o pH é um dos indicadores fundamentais para monitoramento de rios, lagos, solos e efluentes industriais, influenciando diretamente a biodiversidade e o equilíbrio ecológico. Alterações no pH da água, por exemplo, podem resultar em mortalidade de peixes, solubilização de metais pesados e desequilíbrios no ciclo do nitrogênio. Fenômenos como a chuva ácida também são amplamente explicados pela variação do pH atmosférico, relacionando ciência, impactos ambientais e decisões políticas sobre emissões industriais — relação direta com a abordagem CTSA (Britannica, 2024).

Portanto, a análise do pH sob a perspectiva CTSA permite compreender que o ensino de Química não deve se limitar à dimensão conceitual, mas integrar aspectos tecnológicos, sociais e ambientais, promovendo uma formação crítica e cidadã. Essa abordagem contribui para que os estudantes compreendam a ciência como uma construção humana inserida em contextos históricos e sociais, capaz de influenciar e ser influenciada pelas demandas da sociedade contemporânea (Santos; Auler, 2011).

### **3 METODOLOGIA**

O presente trabalho tem como objetivo analisar contribuições e limitações de uma intervenção didática fundamentada na abordagem CTSA a partir da temática Lixo e do conteúdo Funções Inorgânicas para a responsabilidade social. Nesse sentido, percorreu o caminho metodológico com uma tipologia de investigação embasada na pesquisa qualitativa do tipo descritiva, uma perspectiva de pesquisa onde o pesquisador atua como instrumento central da investigação, realizando observações, análise documental e interpretação dos dados produzidos durante o estudo. Como também, este tipo a pesquisa qualitativa do tipo descritiva é realizado num contexto de uma sequência didática que envolve conteúdo da disciplina de Química a partir da abordagem CTSA que “[...] é centrada no educando, em contraposição a abordagens do ensino de Ciências tradicional, cujo foco é a formação científica em detrimento da formação cidadã” (Oliveira, 2019, p. 98).

#### **3.1 Contextos da pesquisa**

Para realização deste trabalho elegeu-se uma escola de referência pública estadual, que faz parte do programa de escolas integrais e está situada no bairro do Alto da Bela Vista, no município de Abreu e Lima - PE. A escola tem cerca de 557 educandos matriculados, distribuídos no 1º, 2º e 3ºano do Ensino Médio.

A escola é conhecida na região como Escola Modelo, por ter sido a primeira escola a implementar o sistema integral na GRE Metropolitana Norte. Também foi destaque no Idepe 2010, sendo a escola com maior nota no estado. O autor desta monografia fez parte do corpo docente desta escola e tinha conhecimento das dificuldades e angústias da comunidade escolar com relação ao lixo na frente da escola (Figura 2) e tais inquietações o provocaram a desenvolver esta pesquisa.

**Figura 2.** Lixo na frente da escola, contexto da pesquisa



**Fonte:** Autor (2025)

Nesta escola as turmas são organizadas em áreas de conhecimentos, representadas por cores: Amarelo: Linguagens e suas tecnologias; Azul: Humanas; Laranja: Ciências da Natureza e suas tecnologias e Branco: Matemática e suas tecnologias.

### **3.2 Participantes da pesquisa**

A investigação aconteceu com 39 educandos que cursam o 2º ano do Ensino Médio na referida escola. Apesar do conteúdo de Funções inorgânicas está previsto no currículo de Pernambuco como último conteúdo do 1º ano (Área Ciências da Natureza), por uma questão de cronograma de pesquisa não seria possível realizar o trabalho com essa turma. Portanto, a nossa amostra é composta por educandos da turma do 2º ano (Área Ciências da Natureza), do Ensino Médio.

A turma é composta de educandos com faixa etária de 15 a 18 anos. Trinta e seis deles estudam na escola desde o 1º ano do Ensino Médio e 3 passaram a integrar a turma apenas no 2º ano do Ensino Médio. Durante o desenvolvimento da pesquisa, foi realizado um encontro com os educandos para esclarecimentos acerca do trabalho e convite para que houvesse a adesão da turma. Em seguida foi distribuído o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE),

que representa um documento que deverá ser assinado pelos pais ou responsáveis. E o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), que representa um documento assinado pelos educandos participantes da pesquisa. Bem como foi realizada a leitura e orientação para o preenchimento de ambos documentos. Após a assinatura da documentação pelos responsáveis, necessária ao desenvolvimento da pesquisa, foram tomados os devidos cuidados na não identificação dos participantes, com o objetivo de preservá-los, atendendo os cuidados éticos envolvidos nas pesquisas científicas com o envolvimento de pessoas.

### 3.3 Etapas da pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida em três etapas metodológicas: planejamento da intervenção didática (etapa 1); aplicação da intervenção didática planejada com os estudantes (etapa 2); e organização e análise dos dados (etapa 3).

Para o planejamento (etapa 1 da pesquisa) da sequência didática (Apêndice A) foram consideradas as fases da Espiral de Responsabilidade de Waks, que direciona os educandos a desenvolverem autonomia e responsabilidade social. Nesse sentido, “[...], conforme se avança na espiral, confrontando e refletindo sobre temas crescentemente complexos em ciência e tecnologia, seja possível desenvolver e amadurecer a responsabilidade social dos educandos” (Oliveira, 2019, p. 99). Portanto, a sequência didática foi constituída das fases da Espiral de Responsabilidade, as quais são: Autoconhecimento; Estudo e Reflexão; Tomada de Decisão; Ação Social Responsável e Integração, conforme representado na Figura 3.

**Figura 3:** Espiral de responsabilidade Waks



**Fonte:** Bomfim; Firme (2020).

A primeira fase, chamada de **Autocompreensão**, é definida por Waks (1996), citado por Holanda Júnior e Firme (2025), como o momento em que os educandos desenvolvem a compreensão deles próprios, entendendo que fazem parte de um sistema social em que são interdependentes e suas escolhas interferem neste sistema. Assim, esta fase foi dedicada a problematizar as relações do lixo e sociedade. Neste momento, foi tratado o descarte dos resíduos sólidos e os problemas gerados pelo acúmulo de lixo em ambientes inadequados. Para introduzir a temática e fomentar o debate, os educandos assistiram ao documentário: *O lixo Nosso de Cada Dia* (Fernanda Barban; 2019). Em seguida, formou-se uma roda e foi realizado um debate.

Na fase do **Estudo e Reflexão**, definida como a fase da “[...] compreensão do desenvolvimento científico e tecnológico, em particular, e seus impactos [...]” (Waks, 1996 *apud* Holanda Júnior e Firme, 2025, p. 5), foi abordado o conteúdo das Funções Inorgânicas representadas pelos ácidos, bases, óxidos e sais, bem como exploradas as implicações sociais em sua complexidade como o descarte inadequado de pilhas e baterias, a formação da chuva ácida as soluções tecnológicas da indústria na elaboração de embalagens biodegradáveis.. Para tal, foram desenvolvidas aula expositiva dialogada e aula experimental. Na aula experimental será proposta para ser realizada no laboratório de Química da escola, com a turma do 2º ano sendo dividida em 5 grupos (A, B, C, D e E), seguindo o guia de observação de experimento que se encontra ilustrado no **APÊNDICE C**.

Na fase seguinte, denominada **Tomada de Decisão**, os educandos devem “[...] aprender sobre o processo de tomada de decisões, tomando decisões e defendendo-as, apresentando razões e evidências” (Waks, 1996 *apud* Holanda Júnior; Firme, 2025, p. 5). Sendo assim, os educandos discutiram sobre tecnologias para o descarte do lixo, como, por exemplo, coletores e ações educativas. Em seguida, foi desenvolvido um **Momento Decisório**, guiado pelo debate sobre qual tecnologia poderia contribuir com a questão do lixo na frente da escola.

A fase chamada **Ação Responsável** enfatiza o empenho com as demandas sociais de maneira responsável, colocando em destaque a dimensão ética que deve ser desenvolvida, seja no âmbito coletivo, seja no âmbito individual (Waks, 1996 *apud* Holanda Júnior; Firme, 2025). Para isso, os estudantes foram estimulados a colocar em prática os conhecimentos elaborados e, nesse sentido, executaram um plano de ação que envolve o envio de uma carta a prefeitura da cidade solicitando a instalação de um coletor na comunidade; ações educativas voltadas à comunidade escolar; implementação de uma composteira para reaproveitamento do lixo produzido pela cozinha durante a produção da merenda escolar; elaboração de um jardim no local onde a comunidade costuma depositar os resíduos, promovendo uma ressignificação do

espaço. Todas estas propostas foram elaboradas pelos educandos para minimizar os problemas relacionados ao lixo na frente da escola.

Por fim, na fase da **Integração**, os educandos devem [...] aventurar-se em considerações mais amplas acerca da ciência, da tecnologia e da sociedade, que incluem o tratamento de questões éticas e valores pessoais e sociais” (Waks, 1996 *apud* Holanda Júnior; Firme, 2025, p.5). Para isso, os educandos organizaram um material audiovisual para socializar com a comunidade escolar, realizando uma ação educativa voltada para a comunidade, um dos elementos do plano de ação. Esta fase envolve dimensões éticas, valores pessoais e sociais e formação cidadã.

No Quadro 1 está o planejamento da intervenção, organizado a partir das fases da Espiral de Responsabilidade de Waks, articulados com os objetivos, os conteúdos abordados, as atividades, os recursos didáticos e o tempo didático.

**Quadro 1.** Planejamento da intervenção pedagógica com abordagem CTSA a partir da temática lixo/funções inorgânica – **Espiral de responsabilidade de Waks**

Fases	Aulas	Objetivo	Conteúdo	Atividades	Recursos
AUTOCOMPREENSÃO	2	Problematizar relações do lixo e sociedade	Problemas gerados pelo acúmulo de lixo em ambientes não adequados  Gestão dos resíduos sólidos  Políticas Públicas ambientais	Apresentação do documentário  Debate	Documentário: O lixo nosso de cada dia (38min)
ESTUDO E REFLEXÃO	4	Compreender: -Conceito de lixo -Possibilidades do lixo para a sociedade -Problemas do lixo para a sociedade; -Relações entre conceitos de funções inorgânicas e o lixo; -O papel da ciência e da tecnologia na questão do lixo na sociedade.	Lixo Possibilidades e problemas  Funções Inorgânicas  Ciência e tecnologia para minimizar problemas do lixo	Aula expositiva dialogada sobre os conteúdos  Aula experimental sobre Ácidos e Bases	Quadro, Piloto e Datashow;  Reagentes Químicos, Vidrarias: tubos de ensaio e béquer. Garrafa plástica de 500ml, Caixa de margarina, Fita de pH e indicador universal

TOMADA DE DECISÃO	4	Discutir tecnologias para o aproveitamento do lixo  Decidir uma tecnologia (Educandos)	Tecnologias para o aproveitamento do lixo	Aula Expositiva e organização para o <b>Momento Decisório</b> : qual das duas tecnologias é a mais adequada para minimizar a questão do lixo em nossa escola?	Diário de Bordo e dois docentes para para o <b>Momento Decisório</b> .
AÇÃO SOCIAL RESPONSÁVEL	2	Executar um plano de ações para apresentação da tecnologia	Tecnologias para o aproveitamento do lixo e descarte de resíduos sólidos	Atividade em grupo	Elaboração de Carta para a prefeitura, criação de vídeo, Criação de composteira e elaboração de projeto
INTEGRAÇÃO	0	Socializar com a comunidade escolar o plano de ações	Tecnologias para o aproveitamento do lixo	Grupos de Educandos e Gestão escolar; Líderes comunitários; Líderes religiosos;	Forma de socialização Conscientização e mobilização de educação ambiental com a comunidade em torno da escola; Divulgação em redes sociais do vídeo; Envio da Carta para a prefeitura.

**Fonte:** Autor (2025).

O desenvolvimento da intervenção didática planejada com os estudantes (etapa 2) ocorreu em horário escolar, durante a 6ª e 7ª aulas do turno da tarde. Estiveram envolvidos nesta pesquisa 39 educandos do 2º ano do Ensino Médio.

Para a organização e análise dos dados (etapa 3 da pesquisa) foram consideradas a sequência das fases da Espiral de Responsabilidade de Waks, sendo estas articuladas aos discursos dos educandos.

### 3.4 Instrumentos de coletas de dados e análise

Os dados da pesquisa foram coletados ao longo dos sete encontros da sequência didática, por meio de observação e registro em diário de bordo. Sobre este instrumento de coleta Santos e Martins (2025) destacam que:

[...] O diário de bordo é tanto uma peça de registro multilinguístico, que dá amparo à ampla observação (a observação depende sempre de um dispositivo ou suporte de registro), como também é uma primeira peça de comunicação circunstancial e contextual, que dá suporte à memória e inteligibilidade à interpretação (Santos e Martins, 2025, p. 18).

Portanto, o diário de bordo se constituiu como um instrumento adequado para coleta de dados desta pesquisa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A discussão dos resultados foi organizada considerando-se as fases da Espiral de Responsabilidade de Waks: autocompreensão, estudo e reflexão, tomada de decisão, ação social responsável e integração.

Na fase da Autocompreensão, os educandos assistiram o documentário: *O Lixo Nosso de Cada Dia*. Após a exibição do documentário, os educandos foram organizados em círculo e o debate foi iniciado com a seguinte questão: **“Qual a relação de vocês, enquanto sociedade, com o lixo?”**

As reflexões iniciais dos educandos convergiram para a reutilização de resíduos sólidos. Enquanto uma parcela deles relatou não praticar a reutilização, outra parte afirmou realizar tal prática. Adicionalmente, o descarte inadequado de resíduos foi identificado como um ponto crítico. Novamente, observou-se uma dicotomia nas respostas, com alguns educandos negando o descarte irregular e outros admitindo a realização desta prática.

De acordo com a [LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados](#), os nomes dos educandos foram preservados, utilizando-se apenas uma letra inicial. Uma educanda, identificada como N, relatou que, após a exibição do documentário, identificou uma prática em sua casa alinhada às problemáticas apresentadas no documentário, especificamente com relação à questão da não percepção das consequências a longo prazo, do descarte dos resíduos sólidos em ambiente inapropriado. Residente em área rural, N mencionou também, o hábito de sua mãe acumular resíduos em uma área da propriedade onde ela costumava brincar quando criança, o que atualmente seria impossível.

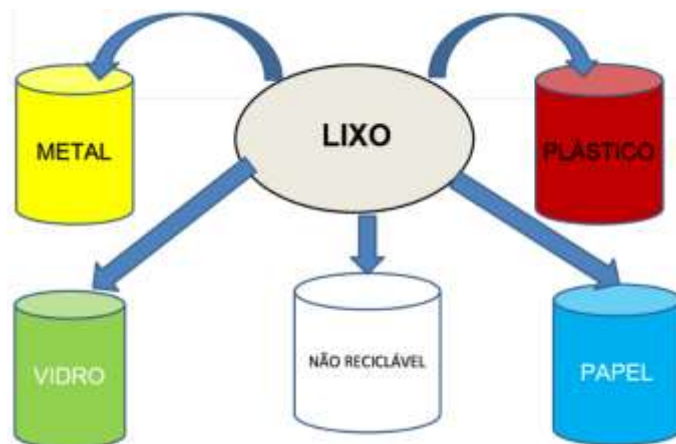
Outro ponto levantado no debate foi a percepção de melhoria nos hábitos dos moradores do bairro após a regularização da coleta de lixo no bairro. Neste momento, percebe-se que os educandos passam a pensar por outra vertente do debate, que é de responsabilidade do poder público. Essa dimensão da responsabilidade pública também é discutida por Jacobi (2003), quando afirma que a gestão dos resíduos deve ser entendida como uma prática participativa, na qual o Estado e sociedade são co-responsáveis pela melhoria das condições ambientais.

Além disso, a fala da educanda remete a estudos sobre percepção de risco, que mostram que comunidades tendem a subestimar impactos ambientais quando estes se encontram integrados ao cotidiano (Slovic, 2000). Esse posicionamento de N pode indicar que o processo da autocompreensão provocou uma ressignificação da memória, permitindo que ela percebesse riscos e consequências antes invisibilizados.

Outra educanda, identificada de S, declarou realizar a coleta seletiva em sua residência.

A Figura 4 ilustra a divisão de materiais em uma coleta seletiva. Um outro educando, identificado por G, relatou a existência de coletores em seu bairro, localizado em outra cidade, e ressaltou que o descarte de resíduos ocorre fora dos recipientes designados. A educanda X, por sua vez, enfatizou a importância da responsabilidade individual e da responsabilidade do poder público na gestão destes resíduos.

**Figura 4:** Coleta Seletiva



**Fonte:** Autor (2025).

Em seguida, os estudantes foram provocados com a seguinte questão: Quais os danos que o descarte inadequado gera na sociedade? Os educandos empregaram expressões tais como: "impactos ambientais", "atrai animais que não fazem bem à nossa saúde", "atrapalha a passagem do pedestre", "impacto na água que consumimos" e "mau cheiro".

Na sequência, após o debate, mais um questionamento foi colocado para os educandos: **Qual o papel da ciência e da tecnologia com a questão do lixo na sociedade?** Para esta questão, o educando M destacou que

A ciência contribui para a compreensão dos impactos ambientais e dos riscos à saúde causados pelo descarte inadequado dos resíduos, enquanto a tecnologia possibilita o desenvolvimento de soluções para minimizar esses impactos, como a reciclagem, o tratamento do lixo e a criação de aterros sanitários mais seguros.

Segundo o educando, esses conhecimentos permitem que a sociedade tome decisões mais conscientes, tanto no consumo quanto no descarte dos materiais, reforçando a importância da responsabilidade individual e coletiva na preservação do meio ambiente. Essa resposta evidencia a compreensão de que ciência e tecnologia atuam de forma integrada, não apenas na produção de conhecimento, mas também na transformação da realidade social e ambiental.

No que tange ao processo da autoconsciência diante do descarte de resíduos em frente à instituição escolar, os estudantes, ao serem provocados a pensar neste ponto, identificaram o

“comodismo” da população local e a problemática do acesso (vinculada a fatores geográficos, haja vista a impossibilidade de o veículo de coleta da cidade percorrer certos trechos do bairro onde a escola se situa) como elementos relevantes para a manutenção do lixo e dos problemas decorrentes.

Por fim, a análise dos posicionamentos dos educandos revelou, na perspectiva da autocompreensão, um entendimento dos danos causados pelo descarte inadequado de resíduos sólidos, bem como a apresentação de experiências individuais relacionadas a questões geográficas e socioculturais. A discussão ganhou contornos em torno do descarte de resíduos sólidos enfatizando as questões socioambientais, culturais e éticas que envolvem tanto as responsabilidades da comunidade quanto do poder público.

Na fase Estudo e Reflexão, foram realizadas aula expositiva dialogada e aula experimental que ocorreu no laboratório da escola. Na Figura 5, ilustra-se esta fase acontecendo.

**Figura 5.** Aula expositiva dialogada – Fase Estudo e reflexão



**Fonte:** Autor (2025).

Na aula expositiva dialogada, foram abordados os conceitos fundamentais das funções inorgânicas – ácidos, bases, óxidos e sais – relacionando-os com materiais presentes no lixo e seus impactos ambientais. A primeira preocupação foi de propor aos educandos a seguinte questão: **Qual a diferença entre lixo orgânico e inorgânico?** As respostas dos educandos de forma geral, foram as de que o lixo orgânico é de origem animal ou vegetal, e o lixo inorgânico é de origem não viva.

Segundo Cunha e Silva (2019), o lixo orgânico é composto por materiais de origem biológica, derivados de animais, plantas ou outros organismos vivos. Incluem-se nesse grupo

restos de alimentos, cascas de frutas e verduras, folhas, resíduos de poda, papéis não tratados, entre outros. Quimicamente, são materiais ricos em carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, cuja estrutura favorece a biodegradação, isto é, a decomposição por microrganismos como bactérias e fungos. Essa característica permite a transformação desses resíduos em composto orgânico por meio da compostagem, contribuindo para o fechamento de ciclos biogeoquímicos e para a redução do volume de resíduos destinados aos aterros. Dias (2017), por sua vez, contribui com a discussão quando destaca que o lixo inorgânico se refere a resíduos sem origem biológica direta e que apresentam composição predominantemente mineral ou sintética. Nesse grupo incluem-se plásticos, vidros, metais, cerâmicas, borrachas sintéticas e outros materiais industrializados. Esses resíduos tendem a apresentar maior durabilidade e baixa biodegradabilidade, permanecendo por longos períodos no ambiente. Devido à sua composição, o lixo inorgânico é frequentemente associado à poluição ambiental, especialmente quando descartado de forma inadequada, acumulando-se em solos, rios e oceanos. Entretanto, muitos desses materiais possuem alto potencial de reciclagem, como alumínio, vidro e determinados tipos de plástico (inorgânico), sendo a triagem e a destinação adequada elementos fundamentais da gestão integrada de resíduos. Vale ressaltar a importância dos plásticos biodegradáveis como alternativa, que segundo Leff (2001),

os plásticos biodegradáveis são materiais poliméricos desenvolvidos para sofrer decomposição por ação de microrganismos, como bactérias e fungos, em condições específicas de temperatura, umidade e presença de oxigênio. Durante esse processo, os polímeros são transformados em substâncias simples, como água, dióxido de carbono, metano e biomassa, reduzindo seu tempo de permanência no ambiente em comparação aos plásticos convencionais derivados do petróleo.

Durante a aula, a educanda Z questionou sobre os descartes impróprios no meio ambiente e os efeitos danosos que pilhas e baterias podem causar no solo, o que gerou uma discussão sobre a contaminação de lençóis freáticos, animais e plantações de hortaliças, e como poderia ser o descarte adequado desses materiais.

Nesse contexto, foi destacado que estes materiais supracitados poderiam ser descartados em papa pilhas, que se encontram em farmácias de grande porte e em bancos, como também coletores de pilhas e baterias em centros universitários. O reconhecimento dos impactos desses materiais quando descartados incorretamente evidencia, também, a relevância de práticas pedagógicas que conectem ciência e sociedade, em consonância com a abordagem CTSA. Aikenhead (2005) argumenta que situações concretas como o descarte inadequado de resíduos perigosos possibilitam que o estudante compreenda como decisões tecnológicas e políticas públicas interferem diretamente na qualidade de vida.

Nesse sentido, a discussão desenvolvida em sala ampliou a percepção dos educandos acerca de responsabilidades individuais e coletivas, além de estimulá-los a buscar soluções adequadas, como o uso de coletores destinados à disposição final segura.

A surpresa observada nos educandos diante da informação sobre pontos de coleta de pilhas – como farmácias, bancos e centros universitários – é um elemento significativo, pois indica que existia uma lacuna entre a experiência cotidiana dos educandos e o conhecimento sobre os mecanismos formais de gestão de resíduos. Essa surpresa, pode ser compreendida à luz de Freire (1996), como um “momento de conscientização”, no qual o sujeito entra em contato com um conhecimento que problematiza sua prática habitual e o convoca à reflexão crítica e transformadora.

Na discussão do conteúdo químico, especificamente, outro ponto colocado para os estudantes foi: **O cloro é um ácido, uma base, um sal ou um óxido?** Dos trinta e nove educandos presentes em sala, 21 disseram que era um ácido, treze disseram que era uma base, e seis disseram que não sabiam opinar

Diante das respostas dos educandos alguns erros conceituais foram percebidos. Dezesesseis educandos confundiram HCl (ácido clorídrico) com Cl<sub>2</sub>. Ou seja, confundiram um ácido com uma substância simples e disseram que: como o cloro está presente na água sanitária que é ácida, logo o cloro é ácido.

Onze educandos responderam que o Cl<sub>2</sub> é uma base, porque todo material de limpeza é uma base, enfatizando que viram isso na rede social. E os seis educandos que não responderam, justificaram que a pergunta não se enquadra nas funções inorgânicas, pelo motivo que apenas Cl(OH), cloro, apresenta-se como uma substância simples, e para que o mesmo possa formar em ácido, depende do hidrogênio, uma base de uma hidroxila, um óxido do oxigênio e um sal da presença do metal como sódio, formando NaCl (cloreto de sódio), o sal de cozinha.

Atkins e Jones (2018) esclarecem que o cloro elementar (Cl<sub>2</sub>), base de Lewis, não é classificado como ácido nem como base, mas sim como uma substância simples, formada por átomos de um único elemento químico. O fato de uma substância apresentar propriedades oxidantes ou reagir com água não a caracteriza, automaticamente, como pertencente às funções inorgânicas ácido ou base; para isso, seria necessário que sua fórmula estrutural apresentasse características típicas dessas funções, como a presença de hidrogênio ionizável (nos ácidos) ou de grupos hidroxila (nas bases).

Segundo Russel (2016), o cloro utilizado industrialmente para fins sanitizantes é produzido principalmente pelo processo de eletrólise da salmoura, isto é, de soluções aquosas concentradas de cloreto de sódio (NaCl). Na eletrólise, a passagem de corrente elétrica provoca

a oxidação dos íons cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) no ânodo, liberando gás cloro ( $\text{Cl}_2$ ). Esse processo é fundamental na indústria química, não apenas para a produção de cloro, mas também para a obtenção de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) e hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), constituindo o chamado Processo Cloro-Álcalis.

Durante a continuação da aula expositiva dialogada, foi abordado sobre as interações que algumas bases e sais fazem por meio de reações químicas. Posteriormente os educandos falaram do cloro na água sanitária, que por muitas vezes liberava cheiro forte, causando irritação nos olhos, nas vias respiratórias e na pele. Após a explicação, perguntou-se para eles: **Como o  $\text{Cl}_2$  no estado gasoso pode formar a água sanitária, que representa um sal alcalino nas funções inorgânicas?** A pergunta ocorreu no momento em que se fazia na aula uma correlação das reações químicas de reagentes e produtos causando os impactos ao meio ambiente, apresentando a seguinte reação química reversível:

#### REAÇÃO DE REVERSIBILIDADE DO HIPOCLORITO DE SÓDIO



Segundo Gonçalves (2020), a formação da água sanitária ocorre quando o cloro gasoso ( $\text{Cl}_2$ ) é dissolvido em uma solução aquosa de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), originando uma mistura que contém hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ) e cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ), um sal de hidrólise básica, conhecida na sua fórmula genérica como água sanitária. Um aspecto relevante dessa discussão é o descarte hipoclorito de sódio de forma incorreta no meio ambiente, que poderá acarretar danos para a saúde humana e dos animais.

De modo geral, os educandos não conseguiram escrever as fórmulas químicas dos reagentes e produtos da reação do hipoclorito de sódio, mas, conseguiram identificar a fórmula genérica que os reagentes e os produtos representavam. Um grupo de 6 educandos citou que: “Seria provável que quando a soda cáustica em água se juntasse com o cloro, poderia causar uma bomba de cloro salino”. E um outro grupo representado por cerca de 9 educandos, falaram que, “o gás cloro se ionizando com a água e uma base de sódio vai gerar como produto dois sais: O sal de cozinha e a água sanitária dentro da água”.

Segundo Mortimer e Machado (2018), a reflexão apresentada por esses grupos de educandos, ao discutir a reação entre cloro gasoso ( $\text{Cl}_2$ ) e hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), evidencia elementos importantes do processo de aprendizagem em Química, sobretudo no que se refere à compreensão das funções inorgânicas, das transformações químicas e das implicações

ambientais associadas ao uso de substâncias reativas. Ainda durante a aula, observou-se que, apesar das dificuldades iniciais na escrita das fórmulas químicas, os educandos demonstraram capacidade de identificar a natureza dos reagentes e produtos, reconhecendo-os como gás ( $\text{Cl}_2$ ), base e sais, o que indica um avanço significativo no nível de abstração conceitual necessário para compreender reações inorgânicas.

Ao analisar as respostas dos grupos, verificou-se que os estudantes mobilizaram conhecimentos empíricos e concepções prévias adquiridas fora do contexto escolar formal. O primeiro grupo, ao mencionar que a mistura de soda cáustica com cloro poderia “causar uma bomba de cloro salino”, revela uma percepção associada ao caráter perigoso da reação, possivelmente influenciada por experiências domésticas ou por representações midiáticas sobre acidentes químicos. Embora a reação não produza uma “bomba”, é verdade que a interação entre cloro e bases fortes é altamente exotérmica e pode liberar vapores irritantes de cloro se não houver controle das condições experimentais. Esse tipo de fala indica um entendimento parcial e misto entre conhecimento científico e concepções cotidianas, fenômeno amplamente documentado na literatura de ensino de Ciências, segundo (Pozo; Crespo, 2009).

O segundo grupo, composto por nove educandos, apresentou uma interpretação mais alinhada ao modelo químico escolar ao afirmar que “o gás cloro se ionizando com a água e uma base de sódio vai gerar dois sais: o sal de cozinha e a água sanitária”. Ainda que o termo “ionizando” seja uma explicação equivocada do ponto de vista científico para o caso — visto que a reação ocorre principalmente entre cloro molecular e íons hidróxido, e não por simples ionização em água —, os educandos demonstraram compreensão adequada da transformação química em termos macroscópicos: reagentes atuando entre si para formar dois produtos salinos. Tal resposta revela progressão conceitual e aproximação do discurso científico escolar, mesmo com limitações terminológicas (Mortimer; Machado, 2018).

Outro aspecto relevante discutido na aula diz respeito aos efeitos irritantes do cloro, frequentemente percebidos pelos estudantes como “cheiro forte” ou ardência nos olhos e vias respiratórias. Essa observação empírica é cientificamente consistente, dado que o cloro gasoso ( $\text{Cl}_2$ ) é um agente tóxico e irritante, sobretudo em ambientes pouco ventilados. A exposição ao gás pode provocar formação de ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ) e ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ) ao reagir com a umidade das mucosas, o que explica as sensações relatadas Russell (2016).

Russell (2016) ainda destaca que essas reações explicam por que o cloro, mesmo em baixas concentrações, provoca desconforto respiratório e ocular. A formação simultânea de ácidos inorgânicos em contato com a água evidencia a relação direta entre o conteúdo de

Funções Inorgânicas (ácidos) e situações do cotidiano, como o uso de produtos de limpeza e o tratamento de água.

O entendimento da ação do cloro na eliminação de microrganismos e no combate às larvas de arboviroses envolve conhecimentos químicos, biológicos e de saúde pública, revelando uma prática interdisciplinar que se aproxima dos princípios da abordagem CTSA. Conforme Aikenhead (2005), trabalhar conteúdos científicos conectados a problemáticas sociais reforça a relevância da ciência no cotidiano e contribui para a formação de cidadãos críticos e participativos.

Em outro ponto da aula foi discutido sobre a formação da chuva ácida, ponto também levantado pelos educandos que não tinham o conhecimento científico, porém tinham conhecimentos prévios, podendo ser um conhecimento científico, para a possível discussão. Logo foi perguntado pelo professor pesquisador: **“Qual a condição para se formar uma chuva ácida?”** De maneira geral os educandos responderam que: “a poluição dos gases pelas indústrias acarretava a chuva ácida.

Afirmar que a poluição industrial causa chuva ácida demonstra uma intuição inicial sobre a relação entre atividade humana e alterações no ambiente, mas também evidencia lacunas conceituais sobre quais poluentes específicos contribuem para esse fenômeno.

A discussão sobre a formação da chuva ácida em sala de aula revela um momento significativo do processo de construção do conhecimento científico. Os educandos, embora não conhecessem com habilidades na literatura os conceitos químicos envolvidos, mobilizaram saberes prévios ao responderem que “a poluição dos gases pelas indústrias acarretava a chuva ácida”. Essa resposta, ainda que imprecisa, reflete uma concepção espontânea recorrente no ensino de Ciências, na qual os fenômenos ambientais são compreendidos de forma generalizada e sem distinção entre diferentes tipos de poluentes atmosféricos (Mortimer; Miranda, 1994).

A formação da chuva ácida ocorre majoritariamente da emissão de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ) e óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), que ao reagirem com a água atmosférica formam ácidos fortes como  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{HNO}_3$  (Sakai, 2019).

O Número de Oxidação (NOX) corresponde à carga elétrica real ou aparente atribuída a um átomo em uma substância química, considerando que os elétrons das ligações químicas pertencem ao átomo mais eletronegativo. Esse conceito é amplamente utilizado na Química para identificar processos de oxidação e redução, permitindo compreender a transferência de elétrons nas reações químicas. Assim, o NOX constitui um importante instrumento teórico para o estudo das reações de oxirredução, da corrosão dos metais, da produção de energia em pilhas e baterias e de diversos processos industriais e ambientais. (Brown; Lemay; Burste, 2016).

Um aspecto central esquecido na compreensão espontânea dos educandos, mas que pôde ser enfatizado na abordagem CTSA, diz respeito ao papel do lixo na formação desses poluentes.

A queima inadequada de resíduos sólidos – prática comum em regiões periféricas, áreas rurais ou locais desassistidas por políticas de manejo de resíduos – libera para a atmosfera compostos como NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre) e produtos da combustão de materiais ricos em cloro, como PVC (Policloreto de Vinila), podem originar também subprodutos tóxicos e contribuir para a acidificação atmosférica. Assim, o fenômeno não se restringe apenas à emissão de gases pelas indústrias, mas envolve comportamentos cotidianos diretamente relacionados ao descarte, ao consumo e à destinação do lixo.

Dessa forma, ao relacionar chuva ácida com lixo, amplia-se a compreensão do educando sobre a complexidade dos impactos ambientais, permitindo uma leitura crítica da realidade socioambiental. Esse tipo de relação é fundamental para o desenvolvimento de uma alfabetização científica alinhada ao enfoque CTSA, que segundo Auler e Delizoicov (2001), busca integrar os conteúdos científicos às dimensões sociais, tecnológicas e ambientais da vida cotidiana. A discussão sobre chuva ácida torna-se, assim, um potencializador para compreender questões como gestão de resíduos sólidos, sustentabilidade, produção industrial, políticas públicas ambientais e desigualdades socioespaciais.

Em outro momento da aula, foram debatidos os conceitos e características do pH ácido, neutro e base, relacionando-o com o descarte de produtos de limpeza, lixo orgânico e medicamentos. Também foi discutida a questão dos indicadores pH e do equipamento pHmetro. O fenômeno da ferrugem, tendo como referência a observação de metais jogados no lixo, provocou os educandos, com as seguintes questões: **"Quais os principais desafios químicos no descarte de resíduos inorgânicos como pilhas e lâmpadas?"** e **"Que funções inorgânicas estão envolvidas?"**. Diante da dificuldade dos educandos em responder sobre as lâmpadas, o pesquisador solicitou uma pesquisa para o encontro seguinte. O Educando V respondeu: "Os impactos ambientais que as reações químicas podem causar, com liberação de elementos tóxicos nocivos à saúde e ao meio ambiente. E a ferrugem pode trazer o tétano".

A discussão realizada em sala de aula sobre pH, descarte de resíduos e funções inorgânicas configura-se como um espaço privilegiado para a articulação entre a ciência escolar e os problemas socioambientais contemporâneos, conforme preconiza a abordagem CTSA. Ao relacionar conceitos como pH ácido, neutro e básico ao descarte de produtos de limpeza, lixo orgânico e medicamentos, realizou-se a contextualização do conhecimento químico (Krasilchik, 2017).

A introdução dos indicadores de pH e a diferenciação entre métodos qualitativos (indicadores naturais e sintéticos) e métodos instrumentais (pHmetro) permitiu que os educandos compreendessem a aplicabilidade da Química no monitoramento ambiental e no

controle de substâncias potencialmente poluentes. Essa abordagem encontra respaldo em Santos e Mortimer (2009), que defendem que o ensino de Química deve problematizar situações reais e promover postura crítica frente aos desafios socioambientais.

A provocação feita pelo fenômeno da ferrugem, correlacionada com a observação de metais descartados no lixo, ampliou o debate e conduziu os educandos a refletirem sobre processos de oxirredução e corrosão. A ferrugem, fenômeno químico associado à formação de óxidos de ferro em presença de água e oxigênio, desempenha papel importante no contexto dos resíduos sólidos, pois evidencia como materiais dispostos inadequadamente sofrem transformações químicas capazes de alterar o solo e a água (Russel, 2021).

Nesse contexto, quando foi questionado aos estudantes: **“Quais os principais desafios químicos no descarte de resíduos inorgânicos como pilhas e lâmpadas?”** e **“Que funções inorgânicas estão envolvidas?”**, buscou-se mobilizar conhecimentos prévios dos educandos e promover uma reflexão crítica sobre as funções inorgânicas presentes em resíduos perigosos. Pilhas, por exemplo, contêm metais pesados como zinco, manganês e mercúrio, além de sistemas ácido-base internos; e as lâmpadas fluorescentes possuem sais e vapores de mercúrio, elementos extremamente tóxicos cuja liberação para o ambiente pode gerar contaminação e bioacumulação (Brasil, 2022; Cetesb, 2023). Essa conexão direta entre funções inorgânicas e impactos ambientais é coerente com o enfoque CTSA, ao aproximar o conteúdo curricular das problemáticas sociais e ecológicas vivenciadas pelos estudantes.

A resposta do educando M, “ Os impactos ambientais que as reações químicas podem causar, com liberação de elementos tóxicos nocivos à saúde e ao meio ambiente. E a ferrugem pode trazer o tétano”, demonstra que, embora haja compreensão inicial sobre os riscos ambientais decorrentes das reações químicas, ainda persistem concepções alternativas, como a associação equivocada entre ferrugem e tétano. O tétano é uma doença bacteriana causada por *Clostridium tetani*, sendo sua transmissão ligada à contaminação por esporos presentes no solo, e não ao óxido de ferro (Ferreira; Passos, 2020). Essa concepção alternativa é amplamente registrada em pesquisas em ensino de Ciências e reforça a necessidade de intervenções pedagógicas que promovam o refinamento conceitual (Mortimer; Masson, 2011).

Com base na abordagem CTSA, a análise evidencia que o ensino de Química pode, e deve, dialogar com temas como lixo, resíduos perigosos e degradação ambiental, favorecendo o desenvolvimento de competências críticas, argumentativas e socioambientais. Ao explorar fenômenos cotidianos, como ferrugem, descarte de produtos de limpeza, medicamentos vencidos, pilhas e lâmpadas, pode-se proporcionar situações de aprendizagem nas quais o conhecimento químico é ressignificado e compreendido como ferramenta para interpretar e

transformar a realidade. Esse movimento está alinhado às diretrizes da BNCC (Brasil, 2018), que enfatiza a formação cidadã e ambiental como eixo estruturante do ensino de Ciências da Natureza.

Ainda na fase Estudo e reflexão, foi desenvolvida a aula experimental, realizada no laboratório escola, conforme ilustrado na Figura 5. Neste momento foi utilizado **um guia de observação do experimento**, conforme Bonfim (2020) que se encontra no apêndice A. Foram realizados 7 experimentos: 1 experimento para cada grupo de função inorgânica e outros 3 experimentos foram para provocar os educandos. Os educandos foram divididos em cinco grupos, cada grupo foi representado por quatro educandos. No início da aula experimental foram retomados os conceitos fundamentais das funções inorgânicas: ácidos, bases, óxidos e sais, bem como o conceito de pH (escala) e as mudanças de cores.

**Figura 6.** Aula experimental em desenvolvimento



**Fonte:** Autor (2025)

No primeiro experimento utilizou-se 2 gotas de indicador universal numa solução de detergente em tubo de ensaio para a mudança de cor. Aos 5 grupos foi perguntado: "**Qual a função inorgânica estaria no produto?**" Os educandos C, L, H e M responderam que: "É uma base, pois a representação é válida por conta do produto ser um material de limpeza, como também a coloração de uma base".

Essa interpretação, embora correta, revela aspectos importantes sobre a construção do conhecimento químico em contextos educativos. Inicialmente, a associação entre produtos de limpeza e substâncias básicas evidencia uma compreensão prévia que os educandos trazem para a aula, alinhando-se ao pressuposto de que o ensino deve partir dos conhecimentos cotidianos

dos aprendizes (Krasilchik, 2008). No entanto, a atividade experimental oportuniza que esse conhecimento intuitivo seja aprofundado, problematizado e fundamentado cientificamente.

Do ponto de vista químico, detergentes apresentam em sua composição substâncias capazes de elevar o pH da solução, como tensoativos aniônicos e agentes alcalinos, confirmando sua classificação funcional como base (Leite; Vieira; Silva, 2020). A mudança de cor evidenciada pelo indicador universal, tendendo para tonalidades características de soluções básicas, reforça o entendimento de que esses produtos possuem propriedades capazes de alterar o pH do meio.

Os materiais de limpeza na representação de ácidos, segundo (Brown; Lemay; Burste, 2016), são amplamente utilizados devido à sua capacidade de dissolver resíduos minerais, remover ferrugem, eliminar incrustações e auxiliar na desinfecção de superfícies, sendo encontrados em produtos como desincrustantes, limpadores de banheiro e removedores domésticos. Compostos como o ácido clorídrico, ácido acético e ácido cítrico atuam quimicamente na remoção de sujeiras difíceis e depósitos calcários, demonstrando a aplicação prática dos conhecimentos de Química no cotidiano.

No segundo experimento utilizou-se 5 gotas de ácido clorídrico (HCl) a  $1,0 \text{ mol. L}^{-1}$  com o auxílio da pipeta, e transferiu-se para o tubo de ensaio, e 5 gotas de Hidróxido de sódio (NaOH) a  $1,0 \text{ mol. L}^{-1}$  com o auxílio da pipeta, transferidas para outro tubo de ensaio. Os reagentes e suas concentrações, estão ilustrados na Figura 7.

**Figura 7.** Primeiro experimento com ácidos e bases



Fonte: Autor (2025).

Depois que ambos forem identificados a qual função inorgânica pertence por meio de indicador universal, cor apresentada e quantificação pela fita de pH, ambos os tubos serão misturados para identificar o produto final.

Foi perguntado aos educandos durante o experimento, para relembrar os conceitos apresentados da aula expositiva dialogada, fazendo referência aos processos metodológicos dos aterros sanitários em corrigir o pH e reduzir o potencial poluidor dos impactos do lixo no solo, a seguinte pergunta: **“Quando o ácido reage com uma base em meio aquoso, se torna que função inorgânica ?”**

No que se refere à neutralização do lixo, essa metodologia não implica a neutralização química integral dos resíduos, mas sim a redução do potencial poluidor por meio de processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem ao longo do tempo. Durante a decomposição da fração orgânica dos resíduos, formam-se substâncias ácidas que contribuem para a geração do chorume, caracterizado por pH inicialmente ácido. Para mitigar esse impacto, os aterros sanitários utilizam sistemas de drenagem e tratamento do chorume, nos quais podem ser empregados processos de correção do pH, como a adição de agentes alcalinizantes, promovendo a neutralização parcial do meio e reduzindo a mobilidade de metais pesados (Bidone; Povinelli, 2010).

A resposta dada pelos educandos A D e M foi obtida de forma imediata, “A substância esperada seria sal (NaCl) e água (H<sub>2</sub>O). Essa resposta retoma a discussão desenvolvida na aula expositiva dialogada que antecedeu a aula experimental, na qual foi abordado sobre o processo metodológico dos aterros sanitários com resíduos sólidos, quando os aterros sanitários utilizam este método de reagentes (ácidos e bases) e produtos (NaCl e H<sub>2</sub>O) para neutralizar as reações.

Ao relacionar a reação ácido-base ao funcionamento dos aterros sanitários, o ensino mobiliza o conhecimento químico para interpretar e problematizar um contexto real: a neutralização de substâncias ácidas presentes no chorume. Esse resíduo, característico de aterros, possui elevado potencial poluente, podendo contaminar solos e águas subterrâneas, caso não seja adequadamente tratado (Leite; Vieira; Silva, 2020).

Assim, a reação de neutralização, que pode parecer abstrata quando abordada isoladamente, ganha significado concreto quando vinculada à gestão de resíduos sólidos, permitindo ao estudante compreender como fenômenos químicos orientam processos tecnológicos utilizados para minimizar impactos ambientais. Essa articulação entre ciência e aplicação tecnológica reforça o pressuposto de que o conhecimento químico está intrinsecamente ligado às práticas sociais e ambientais, conforme defendido pela abordagem CTSA (Santos; Mortimer, 2018).

No terceiro experimento, foi realizada uma simulação do descarte da pilha no meio ambiente, conforme Figura 8. Em um béquer de 500 mL, no qual foi adicionado 200 mL de água destilada, aquecendo até a ebulição. Foi adicionado 2,5 g de ágar, com a função função de transformar a solução aquosa em um meio semissólido ou gelatinoso, simulando de maneira mais próxima as condições do solo úmido ou de ambientes naturais onde ocorre o descarte inadequado de pilhas.

**Figura 8.** Simulação do descarte da pilha



**Fonte:** Autor (2025).

Em seguida, foi agitado com o bastão de vidro até completar a dissolução, que foi evidenciada por solução que fica translúcida. Com a solução ainda quente, adicionou-se 3 g de cloreto de sódio, 0,067 g de ferricianeto de sódio e 0,67 mL de solução 1% de fenolftaleína. Em seguida, agitou-se até completar dissolução. Utilizou-se um recipiente obtido de uma garrafa PET de dois litros cortada na altura de 6 cm. Foi colocada uma pilha no centro desse recipiente e adicionou a solução ainda quente. Durante o experimento, após 4 minutos, foi perguntado aos grupos, **“As duas cores que saem da pilha representavam alguma função inorgânica?”** Os educandos P e R, disseram: “O líquido rosa poderia ser um metal misturado com uma base e o alaranjado poderia ser a liberação de um ácido com um ferro”. Em complemento da resposta, vale ressaltar que os educandos que estavam na presente aula experimental, lembraram na aula expositiva dialogada anterior que segue no plano de aula do apêndice A, que: “Da tecnologia chamada pilha, são liberados poluentes que fazem mal a saúde e ao meio ambiente”.

Os educandos, ao observarem a liberação de cores distintas no meio gelificado, puderam constatar visualmente a presença de processos químicos que refletem o comportamento de

pilhas descartadas em solos úmidos. Tal fenômeno foi decisivo para reforçar a compreensão de que esses materiais atuam como fontes de contaminação ambiental, liberando substâncias tóxicas que podem alcançar corpos d'água, afetar organismos vivos e comprometer a saúde humana. Essa percepção é fortemente alinhada à literatura da área, que destaca a periculosidade dos metais pesados e sua alta persistência no ambiente (Dias; Figueiredo, 2019; Jacobi; Besen, 2011).

As pilhas, enquanto dispositivos eletroquímicos, possuem em sua constituição diferentes metais e compostos inorgânicos, tais como zinco, manganês, níquel, cádmio e lítio, além de eletrólitos ácidos ou básicos. Quando descartadas de maneira incorreta e expostas à umidade, essas substâncias passam por processos de corrosão, oxirredução e solubilização. Como apontam Dias e Figueiredo (2011), o vazamento dessas espécies químicas pode resultar na formação de íons metálicos livres, óxidos e hidróxidos, além de sais secundários, que atuam como contaminantes ambientais persistentes. Esse fenômeno evidencia a importância de compreender as funções inorgânicas não apenas em sua classificação tradicional, mas em seus desdobramentos ambientais e tecnológicos.

Nesse contexto, experimentos didáticos que simulam o comportamento de pilhas descartadas no ambiente assumem papel estratégico na educação química crítica. A preparação de meios gelificados contendo indicadores específicos, como ferricianeto de sódio e fenolftaleína, permite visualizar a liberação e migração de íons provenientes do processo corrosivo da pilha. As mudanças de coloração observadas constituem evidências empíricas da presença de diferentes funções inorgânicas no sistema, como sais resultantes da reação entre os metais liberados e os íons presentes no gel, além da formação de regiões ácidas ou básicas decorrentes da alteração local do pH (Silva; Machado; Gomes, 2020).

No quarto experimento foi utilizado 50mL de ácido acético numa garrafa de 500mL plástico e dentro da garrafa foi colocado um tubo de ensaio com bicarbonato de sódio líquido. A garrafa foi fechada e a tampa foi furada com circunferência pequena, posteriormente foi agitada com dedo em cima do buraco da tampa. Após a observação foi perguntado aos estudantes **quais os resultados esperados?** Os educandos não souberam detalhar a explicação, porém notaram que era liberado algum gás.

Do ponto de vista científico, a reação entre ácido acético e bicarbonato de sódio é classicamente caracterizada pela liberação de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), decorrente da decomposição do ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) formado como intermediário do processo. A equação química geral que representa esse fenômeno pode ser expressa como:



A formação de bolhas e a saída visível de gás pela pequena perfuração na tampa constituem evidências empíricas dessa transformação química. A dificuldade dos educandos em explicar o fenômeno revela um aspecto importante da aprendizagem em Química: a observação experimental nem sempre é suficiente para gerar compreensão conceitual, sendo necessária mediação pedagógica adequada para transformar a experiência sensorial em conhecimento científico estruturado (Ausubel, 2003).

A interpretação superficial de que “um gás foi liberado” indica que, embora os educandos tenham identificado o efeito macroscópico da reação, ainda não estabeleciam relações entre as evidências empíricas observadas (nível macroscópico), as estruturas químicas envolvidas (nível microscópico) e as representações simbólicas que descrevem a reação (nível simbólico). Essa dificuldade é amplamente discutida na literatura como um desafio clássico no ensino de Química, conforme ressaltam Mortimer e Machado (2018).

No quinto experimento foi utilizada a água sanitária no tubo de ensaio e o indicador universal para identificar a função inorgânica com o auxílio da fita de pH, conforme Figura 9. Foi perguntado aos educandos: **“Qual função inorgânica a água sanitária pertence? Os educandos M, N e O responderam que “a água sanitária era uma base fraca a base de sal.”**

**Figura 9.** Identificação da função inorgânica na água sanitária com fita de pH



**Fonte:** Autor (2025).

Na abordagem CTSA, esse experimento mostrou potencial para problematizar questões ambientais e sociais. A água sanitária é um produto amplamente utilizado na limpeza doméstica e hospitalar, mas seu descarte inadequado, seja diretamente em corpos d'água, seja misturado a outros resíduos, pode gerar impactos significativos. Como ressaltam Jacobi e Besen (2011), produtos químicos de uso cotidiano, quando descartados sem orientação, contribuem para a contaminação hídrica e para a sobrecarga dos sistemas de saneamento. No caso do hipoclorito, reações em ambientes naturais podem levar à formação de subprodutos tóxicos, como cloraminas e compostos organoclorados, cuja persistência e bioacumulação representam riscos ao ambiente e à saúde.

Nesse sentido, a interpretação do caráter básico da água sanitária deve ser articulada ao debate sobre gestão de resíduos e responsabilidade socioambiental, permitindo ao educando compreender que substâncias classificadas como sal ou base possuem implicações que ultrapassam a dimensão teórica.

No sexto experimento foi utilizado o fármaco dipirona para discutir as propriedades inorgânicas. Foi perguntado aos grupos **“Qual função inorgânica o remédio dipirona pertence? E qual as consequências que poderia trazer se fosse descartado de forma incorreta no meio ambiente?** Os educandos A, G e O, responderam que: "poderiam trazer doenças graves no meio ambiente e liberação de substâncias nocivas. E que o fármaco dipirona é um ácido que corrói o estômago”.

A dipirona, também conhecida como metamizol sódico, é um fármaco amplamente utilizado como analgésico. Do ponto de vista químico, a dipirona apresenta-se, em sua forma farmacêutica mais comum, como um sal orgânico, resultante da associação entre um ânion orgânico (derivado da pirazolona) e um cátion metálico, o sódio ( $\text{Na}^+$ ). Dessa forma, a função inorgânica que o fármaco representa é a de sal, mais especificamente um sal iônico solúvel em água (Silva et al., 2014).

Sob a perspectiva CTSA, a resposta dos educandos, embora cientificamente incompleta, revela uma percepção social relevante: o reconhecimento de que o descarte inadequado de medicamentos pode gerar impactos ambientais significativos. Estudos apontam que resíduos de fármacos, como dipirona, ibuprofeno e antibióticos, quando descartados no lixo comum ou despejados no esgoto doméstico, atingem solos, mananciais e ecossistemas aquáticos, provocando efeitos tóxicos, contaminação de água potável e riscos à saúde pública (Dias; Figueiredo, 2019; Silva; Camargo, 2020).

Essa discussão torna-se essencial quando se considera que os medicamentos fazem parte do cotidiano das famílias brasileiras e que, conforme evidenciado por Jacobi e Besen (2011), a

falta de políticas públicas efetivas para coleta e destinação de resíduos domésticos perigosos – incluindo fármacos – contribui para o agravamento dos problemas ambientais. Ao relacionar o experimento com o tema do lixo, os educandos ampliaram a compreensão sobre o impacto das funções inorgânicas e das propriedades químicas de substâncias quando introduzidas no ambiente, especialmente em larga escala, assim exposto na figura 10:

**Figura 10.** Simulando experimentalmente composto jogado em lixo comum



**Fonte:** Autor (2025).

No sétimo e último experimento, foi utilizada uma caixa de margarina com um resto do produto, simulando o descarte no meio ambiente, colocou-se 5 gotas de indicador universal. **O objetivo deste experimento foi compreender se os educandos conseguiriam identificar se a margarina seria, ou não, uma função inorgânica, no meio outras propriedades físicas e químicas.** A observação dos educandos D, E, G e H fizeram, foi que: “A margarina que tinha muita gordura não correspondia a algo inorgânico, mas a materiais orgânicos, que contêm gorduras”. As educandas C e Y disseram que era um sal, porquê na caixa do produto tinha escrito sal. Outros 4 educandos: M, N, O e B, comentaram que seria um ácido por ser amarelo.

Do ponto de vista químico, a margarina é composta majoritariamente por lipídios, geralmente triglicerídeos parcialmente hidrogenados, além de água, emulsificantes, corantes e sal. Lipídios são moléculas orgânicas formadas por longas cadeias carbônicas e não apresentam grupos funcionais que se ionizam de maneira significativa em solução aquosa. Por isso, não exibem comportamento ácido-base típico de substâncias inorgânicas (Atkins; Jones, 2018). A observação dos educandos D, E, G e H – ao afirmarem que “a margarina tinha muita gordura e não correspondia a algo inorgânico” – demonstra uma percepção coerente com a distinção

fundamental entre compostos orgânicos (ricos em carbono, hidrogênio e oxigênio) e substâncias inorgânicas, que envolvem tipicamente o comportamento de ácido-base evidentes em solução.

As falas das educandas C e Y, ao afirmarem que a margarina seria um sal pelo fato de constar a palavra “sal” na embalagem do produto, revelam uma associação direta entre informações do senso comum e conceitos científicos, característica recorrente nos processos iniciais de aprendizagem em Química. Do ponto de vista das funções inorgânicas, tal interpretação demonstra uma compreensão parcial do conceito de sal, uma vez que, embora a margarina contenha cloreto de sódio como ingrediente, ela não pode ser classificada quimicamente como um sal, mas sim como uma mistura complexa, composta predominantemente por lipídios, água, emulsificantes e aditivos (Atkins; Jones, 2018).

Por sua vez, os educandos M, N, O e B atribuíram à margarina a função de ácido com base exclusivamente em sua coloração amarela, o que evidencia uma compreensão ainda mais distante dos critérios científicos de classificação. Do ponto de vista das funções inorgânicas, a identificação de ácidos não se fundamenta em características visuais, mas em propriedades químicas específicas, como a capacidade de liberar íons Hidrônio  $H_3O^+$  em solução aquosa ou de doar prótons, conforme as teorias de Arrhenius e Brønsted-Lowry (Russell, 2016). A cor amarela da margarina, por sua vez, está relacionada à adição de corantes e à composição lipídica do produto, não possuindo relação direta com seu caráter ácido ou básico.

Estas manifestações discutidas no experimento 7, indicam a presença de concepções prévias, construídas a partir do cotidiano, que, embora não estejam alinhadas ao conhecimento científico, desempenham papel importante no processo de aprendizagem. A análise dessas concepções, à luz das funções inorgânicas, permite ao docente identificar lacunas conceituais e planejar intervenções pedagógicas que promovam a ressignificação dos conceitos de ácido, base e sal, especialmente por meio de atividades experimentais e contextualizadas (Auler; Delizoicov, 2006).

Ao serem expostos a situações práticas, os educandos começam a compreender que indicadores de pH respondem principalmente à presença de espécies iônicas capazes de doar ou captar prótons ( $H^+$ ), o que não ocorre com os lipídios presentes na margarina. Essa constatação é fundamental para desenvolver a compreensão sobre as propriedades físico-químicas que definem as funções inorgânicas e sua identificação em amostras reais.

No âmbito da abordagem CTSA, o experimento contribui para a construção de uma visão ampliada sobre o impacto do descarte inadequado de resíduos alimentares ricos em gordura. Embora não classificados como inorgânicos, esses materiais apresentam elevado potencial de

contaminação ambiental, especialmente quando descartados em corpos d'água ou sistema de esgoto. Resíduos gordurosos solidificam em baixas temperaturas, aderem a tubulações e contribuem para a formação de grandes massas conhecidas como *fatbergs*, que bloqueiam redes de saneamento e requerem intervenções custosas (Santos; Lima, 2021). Além disso, o descarte em ambientes naturais acelera processos de degradação anaeróbia e liberação de gases como metano, contribuindo para o agravamento das condições ambientais (Brasil, 2020).

A discussão na aula experimental, portanto, permitiu compreender que mesmo materiais predominantemente orgânicos também representam desafios ambientais significativos no contexto do lixo e da gestão de resíduos sólidos. Ao correlacionar a ausência de características inorgânicas com o potencial poluidor, os educandos ampliaram sua capacidade de interpretar que o impacto ambiental não se restringe a compostos ácido-base clássicos, mas está associado às propriedades físico-químicas gerais dos materiais descartados.

No Quadro 2, foram ilustradas as respostas dos grupos no guia de observação dos experimentos.

**Quadro 2** - Usando o guia de observação do experimento para cada grupo de educandos

	<b>RESPOSTAS DO GRUPO A</b>	<b>RESPOSTAS DO GRUPO B</b>	<b>RESPOSTAS DO GRUPO C</b>	<b>RESPOSTAS DO GRUPO D</b>	<b>RESPOSTAS DO GRUPO E</b>
<b>RESUMO DA PRÁTICA QUE SERÁ REALIZADA</b>	Aconteceram algumas reações que representam as funções inorgânicas.	Como as cores dos ácidos, bases, sais minerais e óxidos têm colorações diferentes	Será realizado experimentos para a mudança de cores	Realizamos experimentos para diferenciar o ácido, a base, óxido e o sal	Realizamos experimentos para diferenciar o ácido, a base, óxido e o sal.
<b>RESULTADOS ESPERADOS COM BASE NA TEORIA ESTUDADA</b>	Muito ácido, separação de mistura de ácido. E base com ácido vai ficar incolor; virar sal e água	Misturas de ácidos, bases, como são os sais minerais e óxidos, como estes tem a coloração diferente.	Vai explodir o teto; Esperamos que o ácido e a base quando se misture fique verde e que o ácido borbulhe.	A gente esperava que a adição das gotinhas no detergente ficasse cor laranja, a mistura da base roxa com o ácido vermelho fosse borbulhar	Esperamos que misturas de ácidos e bases fiquem incolor, que o detergente fique azul, que a garrafa usada no experimento exploda e que os sais cristalizem.

<b>RESULTADOS OBSERVADOS</b>	Detergente no tubo ficou de cor base, ácido orgânico com um sal liberou óxido na garrafa e a pilha contaminou a água. Remédios não podem ser descartados em qualquer lugar.	Detergente de cor base, mas não faz parte de um produto inorgânico; colorações diferentes de experimentos, com pHs baixos, neutros e altos	O ácido com a base se neutralizou, o detergente não uma base mais tem cor de base, a pilha jogada na água contaminou a mesma, o sal com ácido liberou óxido	Se tiverem em concentrações iguais os ácidos e bases podem neutralizar o pH e logo fazer um diferencial no lixo, E remédios e pilhas descartados de forma correta	Observamos que ácidos tem cores avermelhadas e alaranjadas, já as bases são azuladas esverdeadas. Sal e base liberam óxido e que as pilhas e remédios descartados indevidamente é um contaminante
<b>CONCLUSÃO</b>	Entendemos mais sobre a base e o ácido. Como podem prejudicar o meio ambiente.	No final os resultados não foram como nós esperávamos, mas serviu de aprendizado, nos conscientizamos sobre os pHs das funções de ácidos e Bases.	Entendemos que quando se mistura ácidos com bases, têm vários resultados, dependendo da concentração o quando for igual neutraliza.	Concluímos que todas as funções inorgânicas são diferentes, onde estas podem causar danos a saúde se forem descartadas de forma incorreta.	Concluímos que bases e ácidos podem queimar a pele em concentrações fortes e que óxidos e sais podem contribuir para o impacto na natureza.

**Fonte:** Bomfim; (2020), adaptado.

A análise das respostas dos cinco grupos revela um conjunto significativo de concepções prévias, interpretações empíricas e construções conceituais acerca das funções inorgânicas e do impacto ambiental do descarte inadequado de resíduos. A realização dos experimentos envolvendo indicadores de pH, detergente, reações ácido-base, salificação, formação de óxidos e contaminação por pilhas possibilitou, aos educandos, articular observações práticas com interpretações sobre fenômenos químicos presentes em seu cotidiano, especialmente relacionados à temática do lixo.

Inicialmente, os grupos demonstraram reconhecer que o experimento estava relacionado às funções inorgânicas, mas suas justificativas ainda eram generalistas. Grupos como B e C afirmaram que “as cores dos ácidos, bases, sais e óxidos são diferentes”, revelando uma compreensão centrada na aparência visual e não no conceito químico propriamente dito. Essa tendência é comum no ensino de Ciências e reflete a dificuldade inicial dos estudantes em

transpor a observação macroscópica para a explicação microscópica, como destacam Mortimer; Masson (2011)

Os resultados apresentados pelos grupos mostram concepções alternativas características. O Grupo C, por exemplo, afirmou que o experimento “poderia explodir o teto”, enquanto o Grupo E mencionou a expectativa de que “a garrafa exploda”. Essas falas evidenciam uma associação entre reações químicas e perigo iminente, possivelmente influenciada por representações midiáticas. Segundo Pozo e Crespo (2009), interpretações dessa natureza revelam modelos mentais espontâneos que precisam ser mediadas por explicações científicas.

Ao analisarmos os resultados observados, notamos avanços importantes. Os estudantes identificaram corretamente a coloração básica do detergente, reconheceram processos de neutralização ácido-base (Grupo C) e relacionaram o descarte de pilhas com contaminação da água (Grupos A e C). Há, portanto, uma transição entre um conhecimento empírico, baseado no senso comum, e um conhecimento mais estruturado, apoiado em conceitos químicos.

A abordagem CTSA torna-se evidente quando os educandos conectam os fenômenos observados aos impactos ambientais. Grupos A, D e E destacaram que o descarte inadequado de pilhas e medicamentos causa contaminação ambiental, reconhecendo os riscos associados aos metais pesados presentes em pilhas e aos compostos farmacológicos não metabolizados lançados no ambiente. Essa relação entre função inorgânica e impacto ambiental demonstra uma compreensão ampliada do fenômeno químico, promovendo uma visão crítica sobre o ciclo de vida dos materiais. Para Auler e Delizoicov (2001), esse tipo de problematização está no cerne da educação CTSA, pois aproxima o conteúdo curricular de questões reais que atravessam a sociedade e o ambiente.

A menção à ferrugem, associada à presença de metais descartados no lixo, também permitiu discussões sobre reações de oxidação e formação de óxidos metálicos. No entanto, algumas respostas revelam concepções equivocadas, como a afirmação do educando de que “a ferrugem pode trazer tétano”. Esse mito, amplamente difundido socialmente, reforça a importância da mediação docente para substituir explicações do senso comum por modelos científicos apropriados (Ferreira; Passos, 2020).

Na conclusão dos grupos, observa-se um desenvolvimento no ensino-aprendizagem. O Grupo C, por exemplo, reconheceu que a neutralização depende das concentrações das soluções, mostrando compreensão adequada da teoria ácido-base de Arrhenius e conceitos de estequiometria qualitativa. E o Grupo E reconheceu que sais, bases e óxidos podem contribuir para impactos ambientais, indicando sensibilidade às temáticas CTSA.

A partir dessas análises, constata-se que os experimentos funcionaram como mediadores entre conceitos teóricos e práticas sociais relacionadas ao uso e descarte de substâncias químicas presentes no cotidiano. A abordagem CTSA mostrou-se essencial, pois permitiu que os educandos compreendessem que os produtos utilizados no experimento – detergente, sal, pilhas, medicamentos – são também elementos do lixo doméstico que, quando descartados inadequadamente, geram reações químicas com consequências ambientais.

Na fase da Tomada de Decisão, os educandos foram divididos em dois grupos para elaborar argumentos que seriam defendidos no encontro seguinte, durante um **momento decisório**. Cada grupo ficou responsável por defender uma tecnologia para solucionar o problema do lixo na frente da escola.

O grupo A iniciou a discussão com a proposta do pedido de um coletor à prefeitura da cidade de Abreu Lima. Destacaram ainda a importância deste coletor possuir tampa, para evitar que fique exposto aos animais e meio ambiente. A ação educativa voltada para a comunidade, aparece como uma necessidade e o grupo levantou algumas possibilidades desta ação. Inicialmente trouxeram a ideia do uso do panfleto, mas em seguida refutaram por entenderem que geraria muito resíduo na comunidade. Sobre este aspecto, sugeriram a produção de um vídeo que seria postado no *Instagram* da escola e das turmas. Levantaram ainda a possibilidade de ter um ponto de coleta seletiva no bairro. Surgiu na discussão a possibilidade de utilizar o local onde a comunidade costuma depositar os resíduos, para outra atividade como uma composteira, que foi apresentada através de um protótipo, conforme apresentado na figura 11.

**Figura 11.** Protótipo da composteira



**Fonte:** Educandos participantes da pesquisa (2025).

Verificado uma proposta de reutilização do espaço, que inclusive já aconteceu no passado com a criação de um jardim na frente da escola. No entanto a comunidade continuou depositando o lixo no local e o jardim foi retirado. Na compreensão do grupo, a etapa da educação precisa começar dentro da escola para depois expandir para a comunidade. Propuseram para isso cartazes e visitas às salas de aula para uma conversa com os colegas.

O Grupo B elegeu alguns representantes para falar durante o **momento decisório** e em seguida a discussão girou em torno da seguinte questão: **Como vamos tirar o lixo da frente da escola?** A primeira sugestão foi também solicitar um coletor à prefeitura da cidade. A questão seguinte foi levantada pela educanda C. **“haveria manutenção e uma coleta regular para evitar que o lixo ficasse derramando?”** Ela apontou que para que “isso desse certo” seria necessário o envolvimento da população e da prefeitura. Um educando levantou a questão da legislação ambiental do município. Perguntou aos colegas se existia algo relacionado ao descarte de resíduos sólidos na legislação municipal. A partir desse momento a discussão tomou uma direção voltada para uma proposta educativa. Surgiram sugestões relacionadas ao tema usando a música e o vídeo, como ferramentas para uma campanha educativa na comunidade. Os educandos também levantaram a ideia de um diálogo com lideranças comunitárias. Havia uma preocupação marcante nos educandos em atingir toda a comunidade e a estratégia que construíram foi produzir um vídeo para o *Instagram* da escola, o que atingiria um público mais jovem e uma conversa com os líderes comunitários (lideranças religiosas e liderança comunitária) e estes levariam informações aos mais idosos. Apesar dos educandos apontarem a falta de consciência da população, é necessário destacar a questão geográfica na comunidade, pois o caminhão do lixo não chega a todas as casas. Portanto, este grupo definiu suas proposições para o Júri Simulado em dois sentidos: ação educativa e coletor. Acordaram também que iriam utilizar a legislação municipal para embasar seus argumentos.

Destaca-se aqui o pensamento de Freire (1983) que defende a formação crítica e participativa, em que a práxis, que é a união da reflexão e ação, nasce dentro da realidade dos educandos e do despertar de sua curiosidade diante do mundo para transformar a sua realidade.

É importante destacar aqui que uma das demandas da abordagem CTS, trata do aspecto da participação e decisões com relação às questões sociais e essa abordagem, pode contribuir para que essa cultura de participação seja iniciada em nosso contexto escolar (Firme, 2012).

No encontro seguinte foi realizado um **momento decisório**. Foram convidados dois professores da escola (química e biologia) para acompanhar e eleger uma das tecnologias que seriam defendidas pelos educandos conforme a Figura 12.

**Figura 12.** Momento Decisório dos Educandos do grupo e Professores



**Fonte:** Autor (2025).

O primeiro grupo a falar foi o grupo B. Os argumentos utilizados foram em defesa da solicitação de um coletor da prefeitura e da criação de um aplicativo. Aqui o grupo fugiu das discussões que haviam realizado no encontro anterior, trouxeram uma fala sobre efeito estufa e não conseguiram apresentar uma proposta viável. Embora este grupo tenha realizado uma discussão bastante produtiva no encontro anterior, quando solicitamos que anotassem os principais pontos que estavam discutindo, na defesa da proposta foi marcante a maneira improvisada que argumentaram e muitas das questões que haviam discutido não foram apresentadas durante o Júri.

Por outro lado, o grupo A apresentou um projeto escrito e realizou a defesa com slides e vídeo. Defenderam também a necessidade de solicitar um coletor à prefeitura, fazer uma composteira na escola para aproveitar o descarte da cozinha para adubo da horta existente na escola, além da importância de um processo de conscientização. Entregaram ainda o esboço de uma carta que seria entregue à prefeitura e defenderam a importância de revitalizar o local onde se acumula lixo na frente da escola (como antes existia um jardim). Argumentaram que o espaço, enquanto espaço de educação, não condizia com aquela imagem do lixo na entrada e consideraram “degradante” a presença deste lixo na frente da escola.

Após as defesas os professores convidados destacaram a organização e a coerência da apresentação do grupo A, no entanto, sugeriram que as propostas se complementam e que a turma se organizasse para acolher proposições de ambos os grupos.

Por fim, nas Fases da Ação Social Responsável e Integração os educandos executaram um plano de ações para concretizar aquilo que foi acordado durante o **momento decisório** e em seguida socializam com a comunidade escolar estas ações. Estas ações serão apresentadas a seguir, no Quadro 3:

**Quadro 3** - Documento produzido pelos educandos, destinado ao poder público solicitando um coletor:

Assunto: Solicitação de instalação de caçamba de lixo próximo à escola

Senhores(as),

A Escola, localizada no município de Abreu e Lima, Pernambuco, no bairro Alto da Bela Vista, por meio de seus estudantes e professor Walberto, vem por meio deste solicitar a instalação de uma caçamba de lixo próximo à unidade escolar.

A ausência de um ponto de coleta adequado tem gerado acúmulo constante de resíduos, o que provoca mau cheiro, atrai animais, prejudica o ambiente escolar e compromete a saúde da comunidade.

Para além da solicitação prática, a escola já vem desenvolvendo o Projeto Sustentável: Escola Limpa e Comunidade Consciente, que envolve:

- Campanhas de conscientização em salas de aula;
- Produção de material audiovisual educativo;
- Ações de sustentabilidade como compostagem e reaproveitamento de resíduos;
- Organização administrativa e mobilização estudantil.

Dessa forma, solicitamos a atenção e o apoio da Secretaria de Serviços Públicos na instalação da caçamba, medida essencial para garantir a limpeza, a segurança e a valorização da nossa escola e da nossa cidade.

**Fonte:** Educandos participantes da pesquisa (2025).

É possível perceber, no texto produzido pela turma, o pensamento crítico e reflexivo que aponta as iniciativas desenvolvidas na escola e solicitação ao município no envolvimento naquilo que é de sua competência. Em uma abordagem de educação em que o educando apenas recebe o conteúdo com fins de memorização, é pouco provável obter este engajamento percebido no texto e nas atividades desenvolvidas em sala de aula. Como apontado por Freire (1983) propostas anti dialógicas não estimulam a criação e a busca por soluções, nelas os educandos são passivos e não ativos nas ações pedagógicas.

Em seguida, após a produção do texto, os educandos explicaram o que é uma composteira e como será feita no espaço da escola, além de um protótipo que eles criaram. Finalmente, os educandos utilizaram como mais uma estratégia a criação de um vídeo para ser socializado nas redes sociais da escola e das turmas, conforme a figura 12.

**Figura 12.** Vídeo produzido pelos educandos na Escola



**Fonte:** Educandos participantes da pesquisa (2025).

Portanto, ao abordar a temática lixo e o conteúdo de Funções Inorgânicas sob o olhar da abordagem CTSA, ressalta-se que a discussão em sala não apenas envolve conceitos químicos, mas aspectos sociais e ambientais que interferem diretamente na vida cotidiana dos educandos.

Nesse momento, busca-se responder à questão de pesquisa: **quais as contribuições e limitações de uma intervenção didática fundamentada na abordagem CTSA a partir da temática Lixo e do conteúdo Funções Inorgânicas para o desenvolvimento da responsabilidade social por estudantes da 2ª série do Ensino Médio?**

A partir das análises desenvolvidas, pode-se mencionar algumas contribuições da intervenção didática com abordagem CTSA como instrumento para o desenvolvimento da responsabilidade social pelos estudantes, como, por exemplo:

1. o entendimento dos danos causados pelo descarte inadequado de resíduos sólidos, a compreensão de que fazem parte desse contexto quando narraram experiências individuais, a criação de alternativas que pudessem solucionar ou diminuir os impactos negativos relativos ao tema tratado, as escolhas que viabilizassem a retirada do lixo da frente da escola, realizada de forma colaborativa com escuta das soluções apresentadas pelos dois grupos, e a preocupação e empenho em propor soluções, compreendendo sua responsabilidade e pertencimento com a comunidade escolar curiosidade constantemente demonstrada nos debates e aula experimental, ações que, em conjunto, podem ser concebidas como implicações da autocompreensão.
2. a apropriação de conceitos químicos abordados, especialmente aqueles relacionados às funções inorgânicas, ao pH e às propriedades ácido-base, expressas tanto na aula dialogada

como nas atividades experimentais, embora algumas concepções alternativas tenham sido identificadas. A aula experimental, em particular, favoreceu a construção do conhecimento científico ao possibilitar a observação direta de fenômenos, estimulando a curiosidade, o questionamento e a participação ativa nos debates. Em conjunto, essas observações podem ser consideradas como evidências da fase do estudo e reflexão.

3. a tomada de decisão, uma vez que os estudantes foram incentivados a analisar criticamente diferentes alternativas para o enfrentamento do problema do lixo, considerando não apenas os aspectos científicos, mas também os impactos sociais e ambientais envolvidos. Esse processo evidenciou o desenvolvimento de habilidades argumentativas e de reflexão ética, fundamentais para a formação de cidadãos críticos e participativos, o que é esperado na fase de tomada de decisão.

4. a proposição e execução de ações responsáveis, concretizadas na escolha coletiva de estratégias que viabilizassem a retirada do lixo acumulado em frente à escola. Essa ação foi planejada de forma colaborativa, com escuta ativa das soluções apresentadas pelos dois grupos, demonstrando a capacidade dos estudantes de articular conhecimento científico, diálogo e responsabilidade social. A efetivação da ação reforçou o sentimento de pertencimento à comunidade escolar e a compreensão de que pequenas intervenções locais podem gerar impactos positivos significativos. Evidenciou-se a preocupação e o empenho dos estudantes em propor soluções sustentáveis, reconhecendo sua corresponsabilidade na preservação do ambiente escolar e comunitário. Dessa forma, a intervenção didática na abordagem CTSA mostrou-se eficaz ao integrar aprendizagem conceitual, desenvolvimento de atitudes e práticas sociais responsáveis, promovendo uma educação em Química contextualizada, significativa e comprometida com a transformação da realidade.

Vale ressaltar que se percebeu inicialmente algumas dificuldades conceituais com relação ao conteúdo da disciplina Química, no entanto os questionamentos levantados e as possibilidades de debate fortaleceram o engajamento dos educandos promovendo uma aprendizagem mais crítica e participativa.

Adicionalmente, algumas limitações da intervenção didática para o atendimento dos objetivos da abordagem CTSA também foram identificadas. Por exemplo: o tempo pedagógico dedicado à fase de estudo e reflexão poderia ser ampliado para maior aprofundamento e articulação dos conteúdos curriculares. Isto ficou inviabilizado diante dos desafios do tempo de pesquisa e outras atividades escolares tais como aulas externas de outras disciplinas, avaliações e eventos pedagógicos na escola.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho trouxe como objetivo analisar contribuições e limitações de uma intervenção didática fundamentada na abordagem CTSA a partir da temática Lixo e do conteúdo Funções Inorgânicas para a responsabilidade social. Tais análises foram realizadas à luz das fases do Espiral de Responsabilidade de Waks. As reflexões apresentadas evidenciam ter sido pertinente a abordagem utilizada para aproximar conhecimentos químicos da realidade socioambiental dos estudantes da 2ª série do Ensino Médio. Ao articular dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, a experiência educativa permitiu superar, em parte, a tradicional dissociação entre teoria e cotidiano, contribuindo para a formação de sujeitos capazes de problematizar e intervir em seu contexto comunitário.

Entre as contribuições observadas, destaca-se, o entendimento por parte dos educandos, acerca dos danos causados pelo descarte inadequado de resíduos sólidos, a compreensão de que fazem parte desse contexto quando narraram experiências individuais, a ampliação de conceitos químicos abordados (como ácidos, bases, óxidos, sais e pH) tratados a partir de situações significativas ligadas a gestão de resíduos sólidos, o exercício da tomada de decisão sobre diferentes alternativas para o enfrentamento do problema do lixo, considerando não apenas os aspectos científicos, mas também os impactos sociais e ambientais envolvidos e a proposição e execução de ações responsáveis, concretizadas na escolha coletiva de estratégias que viabilizassem a retirada do lixo acumulado em frente à escola. Além disso, a contextualização favoreceu a compreensão dos processos de decomposição e mobilização de metais pesados, oferecendo subsídios para que os educandos interpretassem, com mais consciência, os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de materiais.

No campo da competência cidadã, a intervenção contribuiu no desenvolvimento de capacidades assinaladas na BNCC, tais como o uso de informações confiáveis para a argumentação socioambiental e a mobilização para ações com responsabilidade e solidariedade.

Por outro lado, também emergiram limitações importantes que apontam para desafios a serem considerados em futuras iniciativas educativas. Primeiramente, a articulação entre os conteúdos curriculares e a abordagem CTSA demanda tempo, planejamento recursos didáticos específicos, a sobrecarga curricular e as avaliações conteudistas podem restringir bastante a profundidade das atividades contextualizadas. Portanto, o tempo pedagógico dedicado à fase do estudo e reflexão se constituiu como uma limitação da intervenção didática com abordagem CTSA, pois o ambiente escolar apresenta desafios relacionados às demandas curriculares que não se esgotam nesta discussão.

A partir dos resultados e das dificuldades apontadas, sugerem-se caminhos para futuras intervenções. Primeiramente integrar de forma mais sistemática a abordagem CTSA ao currículo, com tempo e recursos previstos. Também destaca-se a importância em diversificar estratégias avaliativas, contemplando não apenas aspectos conceituais, mas também habilidades de argumentação, tomadas de decisão e execução de ações coletivas.

Por fim, destaca-se que a abordagem CTSA é uma abordagem que promove uma aprendizagem a partir de uma visão multidimensional dos educandos estimulando os debates e a argumentação, bem como o pensamento crítico. Sugere-se que novas pesquisas no ensino de Química sejam desenvolvidas a partir de problemas reais e presentes no contexto das escolas nas quais tais pesquisas sejam realizadas, reforçando a importância de investigar contextos diversos.

## REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. **What is STS Science Teaching? Solomon & Aikenhead (Eds.). STS Education.** New York: Teachers College Press, 1994.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos.** Lisboa: Plátano, 2003.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente.** 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. 830 p.
- AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino.** v. 1, n. especial, p.1-20, 2007.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação científica: questões e desafios da abordagem CTS. **Ciência & Educação,** v. 7, n. 1, p. 55–72, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: Caminhos e dilemas para a educação científica.** Florianópolis: EdUFSCar, 2015.
- AULER, D; DELIZOICOV, D. **Educação em Ciências: fundamentos e práticas para a alfabetização científico-tecnológica.** Ijuí: Unijuí, 2006.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano, 2003.
- BIDONE, F. R. A; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos.** São Carlos: EESC/USP, 2010.
- BOMFIM, H. R. J do; FIRME, R, do N. **A abordagem CTS a partir de atividades experimentais problematizadoras (AEP-CTS) no ensino de química.** 2020. 38 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional). Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, 2020.
- BRADY, J.; HUMISTON, G. **Química Geral.** 5. ed. São Paulo: Pearson, 2009.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Centro Gráfico, Art.225. 1988.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União, Brasília, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relacionados ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Brasília: Ministério da Saúde, 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manejo e destinação de resíduos perigosos**. Brasília: MMA, 2022.

BRINGHENTI, J. R. **Resíduos sólidos urbanos: gestão e gerenciamento**. Florianópolis: IFC, 2018.

BRITANNICA. pH. 2024. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/pH>. Acesso em: 2 nov. 2025.

BROWN, T. L. et al. **Química: a ciência central**. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2019.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E.; **Química: a ciência central**. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CARDOSO, L do N; ABREU, C. A. A de; ABREU, A. B. G de; GUEDES, S. F. Dialogo docente e as dificuldades no ensino de funções inorgânicas. **Cuadernos de Educación Y Desarrollo**, v. 16, n. 3, p. 01-22, 2024.

CARVALHO, A. M. de. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de novembro de 2015.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas**. São Paulo: CETESB, 2021.

CETESB. **Manual de gerenciamento de resíduos químicos e perigosos**. São Paulo: CETESB, 2023.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. **Química**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

CUNHA, M. R.; SILVA, A. P. Gestão de resíduos orgânicos e compostagem. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 45–60, 2019.

DIAS, R.; FIGUEIREDO, M. C. P. Resíduos farmacêuticos e contaminação ambiental: desafios para a gestão sustentável. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 89–108, 2019.

DIAS, J. M.; FIGUEIREDO, M. C. B. Impactos ambientais do descarte inadequado de pilhas e baterias. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 210-229, 2019.

DIAS, S. L. V. Indústria da reciclagem e resíduos sólidos urbanos: desafios e perspectivas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 123–140, 2017.

FADINI, P. S; FADINI, A. A. B. Lixo: Desafios e compromissos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, p. 9-17, 2001.

FARIAS, C. R. de O; FREITAS, D; de. Educação Ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Ciência & Ensino**. v.1, n. especial, nov. 2007.

FERREIRA, L. C.; PASSOS, M. L. **Doenças infecciosas: fundamentos clínicos e epidemiológicos**. São Paulo: Atheneu, 2020.

FIRME, R. do N. **A abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino da termoquímica: análise da construção discursiva de uma professora sobre conceitos científicos.** 2012. 292 p. Tese (Trabalho de conclusão de curso de doutorado em educação) - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2012.

FREIRE, P. (1983). **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro. RJ: Paz e Terra

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

FRÖHLICH, B. **Impactos ambientais do descarte dos resíduos sólidos dos serviços de saúde.** 2016, 41 p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Biológicas Licenciatura) - Universidade Federal da Fronteira Sul– Trabalho de Conclusão de Curso II, 2016.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HYNEK, B.; MARSHALL, G. **Química Geral Essencial.** Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HOLANDA JÚNIOR, F. A. G. de; FIRME, R. do N. Abordagem CTS a partir da temática “Revolução Industrial e a máquina a vapor: reflexos nas mudanças sociais” no ensino de química: um olhar sobre as compreensões dos estudantes. **Dialogia**, São Paulo, n. 55, p. 1-17, e27952, set/dez 2025.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos na perspectiva da educação ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3415-3422, 2011.

JACOBI, P. **Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade.** Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189-205, 2003.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia.** 4. ed. São Paulo: Edusp, 2017.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Ciências.** 5. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

LAYRARGUES, P. P. Muito além da natureza: educação ambiental e a crítica ao desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 29, p. 17-32, 2012.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macro-tendências da educação ambiental no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 23-40, 2014.

LEFF, E.; **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder.** *Petrópolis*: Vozes, 2001.

LEITE, R. C.; VIEIRA, A. P.; SILVA, J. M. **Química ambiental e resíduos sólidos: fundamentos e aplicações.** Rio de Janeiro: Interciência, 2020.

MANAHAN, S. E. **Química Ambiental.** 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2020.

MESQUITA, R. D. P. **Uma proposta de sequência didática investigativa sobre lixo urbano e os impactos à saúde e ao meio ambiente.** 2019. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à Educação do futuro.** SP: Cortez, 2000

MORTIMER, C. E.; TAYLOR, R. **Química Geral.** 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química para o Ensino Médio: Ciências em Foco.** São Paulo: Scipione, 2018.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Ensino Médio.** São Paulo: Scipione, 2008.

MORTIMER, E. F.; MASSON, S. **Construção de significados e mudança conceitual.** Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, E. B. **Concepções espontâneas, representações sociais e mudança conceitual no ensino de Ciências.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 11, n. 2, p. 137–149, 1994.

MUNCHEN, S.; ADAIME, M.B. **Abordagem CTS na formação inicial de professores de Química: uma análise de sequência didáticas,** Revista Debates em Ensino de Química, 7(1), 134-150, 2015

**O LIXO NOSSO DE CADA DIA;** Direção: Fernanda Barban. Produção: Casa Rosa Filmes. São José do Rio Preto: 2019. 1 documentário (38min). Disponível em: [https://youtu.be/BbFCNq5q\\_II?si=7XmEU9KFI9BhD1-W](https://youtu.be/BbFCNq5q_II?si=7XmEU9KFI9BhD1-W) Acesso em: 16 de julho de 2025.

OLIVEIRA, L. V. de. Em busca de uma teleologia para a educação científica CTS: da consolidação do campo às unidades de ensino. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 87-108, mai./ago. 2019

PEREIRA, N, J. T. **Gerenciamento de Lixo Urbano: Aspectos Técnicos e Operacionais.** 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 129 p.

PETRUCCI, R.; HARWOOD, W.; HERRING, F.; MADURA, J. **Química Geral: Princípios e Aplicações Modernas.** 11. ed. São Paulo: Pearson, 2017.

PHILIPPI, JR., A. **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável.** Barueri: Manole, 2019.

PONTARA, A. B; MENDES, A.N.F; O Estudo de Funções Inorgânicas: Uma Proposta de Aula Investigativa e Experimental. **Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino**, ed. 2, p. 20-38, 2017.

PONTARA, A; B. O estudo de funções inorgânicas: Uma Proposta de Aula Investigativa e Experimental. **Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino**, n. 2, p. 1-10, 2017.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. **Aprendizagem e ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RUSSELL, J. B. **Química Geral.** 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2010.

RUSSELL, J. B. **Química Geral.** 3. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

SAKAI, W. S. **Química Ambiental**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2019.

SANTOS, B. de. S; *Um discurso sobre as ciências*. 16. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, M. V. C dos.; MARTINS, J. da S. O diário de bordo como recurso de pesquisa e formação pedagógica no PIBID. **Revista Multifaces**, vol. 7, n. 1, p. 17-22, 2025 Montes Claros – MG.

SANTOS, R. F.; LIMA, T. M. Problemas ambientais relacionados ao descarte de óleos e gorduras: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 112–128, 2021.

SANTOS, W. L. P. dos; Auler (org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2011.V

SANTOS, W. L. P. Educação científica como prática social. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 11-25, 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Abordagem CTSA no ensino de Ciências: fundamentos e práticas**. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Química e sociedade: a cidadania como eixo estruturante no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 60-69, 2009.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação em ciências. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Unijuí, 2010.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão sobre o tema. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SILBERBERG, M; **Química: princípios e reações**. 6. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2020.

SILVA, J. P.; GÓES, M. F. Efeitos atmosféricos da queima de resíduos sólidos urbanos: implicações ambientais e de saúde pública. **Revista Brasileira de Química Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 55–73, 2020.

SILVA, R. P.; MACHADO, L. F.; GOMES, A. C. Reações inorgânicas e indicadores no ensino contextualizado. **Revista Química Nova na Escola**, v. 42, n. 2, p. 120-128, 2020.

SILVA, R. T. da. **Contextualização e Experimentação: uma análise dos artigos publicados na seção “experimentação no ensino de química”**

SILVA, P. et al. **Farmacologia**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

SHRIVER, D.; WELLER, M.; OVERTON, T.; ROURKE, J.; **Química inorgânica**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

SLOVIC, P. **The perception of risk**. London: Earthscan, 2000.

SOUZA, A. M.; VALE, R. Q. Poluentes atmosféricos e chuva ácida: uma revisão. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 77–95, 2017.

SPARKS, Donald L. **Environmental soil chemistry**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso. Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

VOGEL, A. I; **Química Analítica Qualitativa**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021

## **APÊNDICE A – PLANO DE AULA EXPOSITIVA - DIALOGADA**

### **PLANO DE AULA EXPOSITIVA-DIALOGADA**

**ESCOLA PÚBLICA:** EREM MARIA VIEIRA MULITERNO

**DISCIPLINA:** QUÍMICA - **SÉRIE:** 2º ANO – **ENSINO MÉDIO** - **PERÍODO:** TARDE

**PROFESSOR:** Walberto José Barbosa da Silva - **TEMPO DE AULA:** 1h40min.

### **TEMA DA AULA: FUNÇÕES INORGÂNICAS**

#### **1-OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Citar os grupos de ácidos, bases, sais e óxidos que se associa com o lixo;
- Caracterizar as principais nomenclaturas dos grupos das funções inorgânicas com sociedade e meio ambiente;
- Identificar a importância do grau de ionização das funções inorgânicas com a tecnologia e meio ambiente;
- Explicar algumas propriedades das funções inorgânicas na ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

#### **2-CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:**

- Definição de lixo orgânico e lixo inorgânico;
- Definição e propriedades de Ácidos, Bases, Sais e óxidos;
- Nomenclatura e Classificação dos grupos das funções inorgânicas;
- Reação Química das funções inorgânicas no meio ambiente através de equação Química;
- Definição de pH.

#### **3-METODOLOGIA**

A abordagem metodológica será estruturada a partir de uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada, fundamentada nos pressupostos da Alfabetização Científica e da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), possibilitando que os educandos relacionem os conceitos químicos às problemáticas reais, especialmente à gestão dos resíduos sólidos.

No que concerne ao planejamento didático, será realizada uma aula expositiva dialogada, com o objetivo de retomar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conceitos de lixo orgânico e inorgânico. Serão apresentados exemplos concretos provenientes do cotidiano escolar e doméstico — como embalagens plásticas, restos alimentares, materiais metálicos, pilhas, solventes e produtos de limpeza — para estimular a participação e promover a construção coletiva do conhecimento. Essa etapa permitirá introduzir, de maneira significativa, os grupos das funções inorgânicas (ácidos, bases, sais e óxidos), correlacionando-os com os tipos de resíduos. Na sequência, será realizada uma interação investigativa voltada para a exploração das propriedades e da nomenclatura das funções inorgânicas. Em seguida, será aplicada uma sequência de estudo orientado, será apresentado tabelas, fluxogramas e mapas conceituais para consolidar o domínio da nomenclatura das funções inorgânicas. Será estimulada

a associação entre as regras da IUPAC e os impactos ambientais dos compostos — por exemplo, a formação de óxidos ácidos e sua participação na chuva ácida, ou a toxicidade de certos sais presentes em resíduos industriais. Posteriormente, ocorrerá uma discussão problematizadora através de perguntas, baseada em situações reais envolvendo resíduos sólidos, tecnologia e meio ambiente. Os educandos através de perguntas norteadoras analisarão sobre contaminação do solo, corrosão de estruturas metálicas, pH de efluentes industriais, identificação de reagentes e produtos através de das equações Químicas, entre outros. Essa etapa visa desenvolver competências de interpretação na química com o Lixo na abordagem CTSA.

#### 4- RECURSOS DIDÁTICOS

Serão utilizados durante a aula: Um caderno, Pincéis de tinta para quadro branco, Apagador e Datashow.

#### 5-REFERÊNCIAS

BRUICE, P. Y; **Química Orgânica e Inorgânica**. São Paulo: Pearson, 2021.

FELTRE, R; **Química Geral**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2019.

MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H; **Química: Ensino Contextualizado por Investigação**. São Paulo: Cortez, 2018.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F; **Abordagem CTSA no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

SILVA, J. R.; GUIMARÃES, R. **Educação Ambiental e Resíduos Sólidos: uma abordagem interdisciplinar**. Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 15, n. 3, 2020.

## APÊNDICE B – PLANO DE AULA EXPERIMENTAL

### PLANO DE AULA EXPERIMENTAL

**ESCOLA PÚBLICA:** EREM MARIA VIEIRA MULITERNO

**DISCIPLINA:** QUÍMICA - **SÉRIE:** 2º ANO – ENSINO MÉDIO - **PERÍODO:** TARDE

**PROFESSOR:** Walberto José Barbosa da Silva - **TEMPO DE AULA:** 1h40min.

### TEMA DA AULA: FUNÇÕES INORGÂNICAS

#### 1-OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar experimentalmente Um ácido, Uma base, Um óxido, associando com o lixo e a abordagem CTSA Caracterizar as principais nomenclaturas dos grupos das funções inorgânicas com sociedade e meio ambiente;
- Identificar a importância do grau de ionização das funções inorgânicas com a tecnologia e meio ambiente;
- Identificar o pH das soluções através da fita de pH;
- Analisar a função Química produtos de limpezas, alimentos e medicamento através do indicador universal;
- Explicar algumas propriedades das funções inorgânicas na ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

#### 2-CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Conceitos dos grupos das funções inorgânicas
- Conceito de ácidos e bases orgânicas;
- Função de indicadores de ácidos e bases;
- Definição de pH.

#### 3-METODOLOGIA

A abordagem metodológica será estruturada a partir de uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada, fundamentada nos pressupostos da Alfabetização Científica e da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), possibilitando que os educandos relacionem os conceitos químicos às problemáticas reais, especialmente à gestão dos resíduos sólidos.

No que concerne ao planejamento didático, será realizada uma aula experimental, com o objetivo de retomar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conceitos de lixo orgânico e inorgânico. Serão apresentados exemplos concretos provenientes do cotidiano escolar e doméstico — como embalagens plásticas, restos alimentares, materiais metálicos, pilhas, solventes e produtos de limpeza — para estimular a participação e promover a construção coletiva do conhecimento. Essa etapa permitirá introduzir, de maneira significativa, os grupos das funções inorgânicas (ácidos, bases, sais e óxidos), correlacionando-os com os tipos de resíduos.

**No primeiro momento** utilizaremos detergente no tubo de ensaio para identificar através do indicador universal a que tipo de grupo o mesmo pertence. **No segundo momento** utilizaremos 5 gotas de ácido clorídrico (HCl) a 1,0 mol. L<sup>-1</sup> com o auxílio da pipeta, que será transferido para o tubo de

ensaio. E também 5 gotas de Hidróxido de sódio (NaOH) a  $1,0 \text{ mol. L}^{-1}$  com o auxílio da pipeta, que será transferido para outro tubo de ensaio. Depois que ambos forem identificados a qual função inorgânica pertence através do indicador universal, cor apresentada e quantificação através da fita de pH, ambos os tubos serão misturados para identificar o produto final, associado com a metodologia dos aterros sanitários. **No terceiro momento** será feita uma simulação do descarte da pilha no meio ambiente. Em um béquer de 500 mL, será adicionado 200 mL de água destilada. Aquecer até a ebulição e adicionar 2,5 g de ágar. Em seguida, agitaremos com o bastão de vidro até completar a dissolução, que é evidenciada pela solução que fica translúcida. Com a solução ainda quente, iremos adicionar 3 g de cloreto de sódio, 0,067 g de ferricianeto de sódio e 0,67 mL de solução 1% de fenolftaleína. Em seguida, agitar até completa dissolução. Utilizar um recipiente obtido de uma garrafa PET de dois litros cortada na altura de 6 cm. Colocar a pilha no centro desse recipiente e adicionar a solução ainda quente. **No quarto momento** do experimento será colocado o ácido acético (vinagre) dentro de uma garrafa de 500mL e bicarbonato de sódio líquido dentro de um tubo de ensaio, que este também será colocado dentro da garrafa. Será furada com um pequeno diâmetro a tampa da garrafa e depois fechada. Com o dedo em cima do furo da tampa, as substâncias serão agitadas, até o resultado esperado. **No quinto momento** será utilizado a água sanitária no tubo de ensaio e o indicador universal para quantificar o pH e identificar a função inorgânica com o auxílio da fita de pH. **No sexto momento** utilizaremos 1 comprimido dipirona, faremos diluição num béquer e com o indicador universal iremos quantificar o pH e identificar a função inorgânica com o auxílio da fita de pH. **No sétimo e último momento** será utilizado uma caixa plástica de margarina, suja de margarina, colocaremos um indicador universal e discutiremos em que função química se encontra.

#### 4- RECURSOS DIDÁTICOS E MATERIAIS

Serão utilizados durante a aula: Um caderno, pinceis de tinta para quadro branco, Apagador, tubos de ensaios, béquer, pipetas de Pasteur, reagentes químicos, pilha alcalina, água destilada, uma garrafa plástica de 500mL, caixa de margarina, Fita de pH, detergente, luvas de látex, máscara, bastão de vidro, garrafa pet de 2 litros e 1 comprimido dipirona.

#### 5-REFERÊNCIAS

ATKINS, P; JONES, L; **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente.** 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E; **Química Geral.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

ROWN, T. L. et al; **Química: a ciência central.** 14. ed. São Paulo: Pearson, 2019.

FELTRE, R; **Química Geral.** 6. ed. São Paulo: Moderna, 2019.

SILBERBERG, M; **Química: princípios e reações.** 6. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2020.

VOGEL, A. I; **Química Analítica Qualitativa.** 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

**APÊNDICE C – GUIA DE OBSERVAÇÃO DE EXPERIMENTO**

**UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA NA ABORDAGEM CTSA SOBRE O LIXO E FUNÇÕES INORGÂNICAS: análise de contribuições e limitações para responsabilidade social**

WALBERTO JOSÉ BARBOSA DA SILVA

GUIA DE OBSERVAÇÃO DO EXPERIMENTO	
Local	
Data	
Nome dos Integrantes do Grupo	
Resumo da prática que será realizada	
Resultados esperados com base na teoria estudada	
Resultados observados	
Conclusão	

**Fonte:** Bomfim; Firme (2020) adaptado.