



UFRPE UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO



DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

**A ABORDAGEM CTSA E A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA NO
ENSINO DE QUÍMICA: análise de compreensões de estudantes
sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias**

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA

RECIFE

2025

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA

A ABORDAGEM CTSA E A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA NO ENSINO DE QUÍMICA: análise de compreensões de estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme

Linha de Pesquisa: Novos Materiais

RECIFE

2025

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

G934a Guerra, Angela Cecília Soares
A abordagem CTSA e a pedagogia histórico-crítica no ensino de química :
análise de compreensões de estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e
baterias / Angela Cecília Soares Guerra. - 2025.
142 f.: il.

Orientadora: Ruth do Nascimento Firme.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa
de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Química em rede Nacional
(PROFQUI), Recife, BR-PE, 2025.
Inclui bibliografia e apêndice(s).

1. Química – Estudo e ensino. 2. Eletroquímica. 3. Ciência, Tecnologia,
Sociedade e Ambiente (CTSA). 4. Pedagogia crítica. 5. Baterias elétricas
6. Eliminação de resíduos I. Firme, Ruth do Nascimento, orient. II. Título

CDD 540

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA

A ABORDAGEM CTSA E A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA NO ENSINO DE QUÍMICA: análise de compreensões de estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, da Universidade Federal de Rural Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Química, na Linha de Pesquisa Novos Materiais.

Aprovada em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Ruth do Nascimento Firme
Orientadora
Departamento de Química – UFRPE

Suely Alves da Silva
Examinadora externa
Departamento de Educação - UFRPE

Kátia Cristina Silva de Freitas
Examinadora interna
Departamento de Química – UFRPE

RESUMO

Nas pesquisas na área de ensino de Química, não é comum encontrar trabalhos que articulem o ensino de Eletroquímica, pressupostos da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e fundamentos da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). É neste contexto que o objetivo dessa pesquisa foi analisar compreensões de estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias, em suas diferentes dimensões científica, tecnológica, social e ambiental, a partir de uma intervenção pedagógica fundamentada nos pressupostos da abordagem CTSA e da PHC. A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa do tipo interventiva, contou com a participação de 40 alunos da 2ª série do Ensino Médio, com faixa etária 15 a 18 anos, foi desenvolvida na Unidade Curricular (UC) “Tratamento de Resíduo Orgânico” durante o semestre de 2024, na trilha “Meio Ambiente e Sociedade” de uma escola de referência em ensino médio. A pesquisa seguiu quatro etapas metodológicas: elaboração da intervenção pedagógica fundamentada em pressupostos da abordagem CTSA e da PHC com foco no descarte incorreto de pilhas e baterias e no conteúdo escolar Eletroquímica, em especial, o conteúdo de Pilhas; aplicação da intervenção pedagógica em uma turma da 2ª série do Ensino Médio; organização e análise dos dados; e elaboração do produto educacional. Quanto à identificação das concepções prévias dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias em seus aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, identificou-se fragilidades na dimensão científica e na dimensão tecnologia. Quanto às reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias considerando dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, algumas delas foram identificadas, como, por exemplo, compreensões mais fundamentadas sobre a questão do descarte irregular de pilhas e baterias e de problemas e ações advindas dessa questão. Em relação às contribuições e limitações da articulação entre a abordagem CTSA e a PHC no contexto da intervenção pedagógica, foram identificadas mais contribuições que limitações, e dentre as contribuições destacam-se: considerar relações CTSA no âmbito do descarte incorreto de pilhas e baterias como prática social; a possibilidade de problematização das relações CTSA que constituem a prática social. O produto educacional desenvolvido nesta pesquisa foi E-book intitulado “O descarte de pilhas e baterias como prática social no contexto do ensino de Química fundamentado na Abordagem CTSA e na Pedagogia Histórico-Crítica”. Nesse sentido, entende-se que a articulação entre essas duas perspectivas no ensino de Química contribui para uma abordagem contextualizada e para uma formação crítica dos estudantes. Por fim, esperamos que esta pesquisa contribua para as pesquisas no ensino de Química e para o ensino de Química quando se pretende articular a abordagem CTSA e a PHC.

Palavras-chave: Ensino de Química; Eletroquímica; Abordagem CTSA; Pedagogia Histórico-Crítica; Pilhas e baterias.

ABSTRACT

In research on chemistry education, it is uncommon to find studies that combine electrochemistry teaching, the assumptions of the Science-Technology-Society-Environment (STSE) approach, and the foundations of Critical-Historical Pedagogy (CHP). In this context, the objective of this research was to analyze students' understanding of improper battery disposal, in its various scientific, technological, social, and environmental dimensions, through a pedagogical intervention grounded in the assumptions of the STSE and CHP approaches. The research followed a qualitative interventional approach, with the participation of 40 students from the 2nd year of High School, aged 15 to 18 years old, and was developed in the Curricular Unit (UC) "Organic Waste Treatment" during the semester of 2024, in the "Environment and Society" track of a reference high school. The research followed four methodological stages: development of the pedagogical intervention based on the assumptions of the CTSA and PHC approaches, focusing on the incorrect disposal of batteries and the school content of Electrochemistry, especially the content of Batteries; application of the pedagogical intervention in a 2nd year high school class; organization and analysis of data; and development of the educational product. Regarding the identification of students' prior conceptions about improper battery disposal from its scientific, technological, social, and environmental perspectives, weaknesses were identified in the scientific and technological dimensions. Regarding the reformulations in students' understanding of improper battery disposal considering scientific, technological, social, and environmental dimensions, some of these were identified, such as, for example, more informed understandings of the issue of improper battery disposal and the problems and actions arising from this issue. Regarding the contributions and limitations of the articulation between the CTSA approach and PHC in the context of pedagogical intervention, more contributions than limitations were identified, and among the contributions the following stand out: considering CTSA relationships within the scope of incorrect battery disposal as a social practice; the possibility of problematizing the CTSA relationships that constitute social practice. The educational product developed in this research was an e-book titled "Battery Disposal as a Social Practice in the Context of Chemistry Teaching Based on the CTSA Approach and Historical-Critical Pedagogy". In this sense, we understand that the articulation between these two perspectives in the teaching of Chemistry contributes to a contextualized approach and to the critical training of students. Finally, we hope that this research will contribute to research in chemistry education and to chemistry teaching when it seeks to articulate the CTSA approach and the PHC.

Keywords: Chemistry Teaching; Electrochemistry; CTSA Approach; Historical-Critical Pedagogy; Batteries.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema das transformações que ocorrem e processo eletroquímicos	33
Figura 2. Composição de uma pilha	34
Figura 3. Tipos de pilhas	34
Figura 4. Processo de oxidação em um eletrodo	35
Figura 5. Processo de funcionamento de uma pilha	36
Figura 6. Funcionamento de uma célula galvânica e uma célula eletrólita	37
Figura 7. Deposição de cobre na superfície do zinco	38
Figura 8. Corrente Elétrica a partir da pilha de Daniell	38
Figura 9. Agrupamentos de Pilhas ou Baterias	39
Figura 10: Movimento analítico dos achados da pesquisa	52
Figura 11: Capa do produto educacional	55
Figura 12: Slides usados na aula expositiva dialogada sobre Pilhas e baterias.....	68
Figura 13: Os estudantes desenvolvendo a atividade experimental	69
Figura 14 - Ficha para atividade experimental	70
Figura 15: Carta 1	74
Figura 16: Carta 2	75
Figura 17: Carta 3	76
Figura 18: Carta 4	77
Figura 19. Slides de apresentação dos alunos no Seminário sobre Sustentabilidade e Responsabilidade	79
Figura 20: Brindes entregues aos estudantes	80
Figura 21: Foto da turma e professora-pesquisadora com os brindes	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Intervenção pedagógica com abordagem CTSA à luz da PHC	49
Quadro 2: Relação entre instrumentos de pesquisa e os objetivos específicos	53
Quadro 3 - Posicionamentos de todos os estudantes do Grupo 1.	57
Quadro 4 - Posicionamentos do Grupo 2	58
Quadro 5 - Posicionamentos de estudantes do Grupo 3.....	58
Quadro 6 - Posicionamentos de estudantes do Grupo 4.....	59
Quadro 7 - Posicionamentos de estudantes do Grupo 5.....	59
Quadro 8 - Posicionamentos de estudantes do Grupo 6.....	59
Quadro 9 - Posicionamentos de estudantes do Grupo 7.....	59
Quadro 10: Questões abertas e respostas parafraseadas dos estudantes às questões da ficha da atividade experimental.....	71
Quadro 11: Questões e respostas dos estudantes para a parte 2 do questionário...	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Respostas referentes às regulamentações locais e globais, como elas abordam o descarte e a reciclagem de pilhas e baterias?	65
Tabela 2: Compreensões dos estudantes sobre a importância da reciclagem de pilhas e baterias para a preservação dos recursos naturais. (Questão 6).	82
Tabela 3: Compreensões dos estudantes sobre quais são os métodos seguros e eficazes de descarte de pilhas e baterias em casa (Questão 8).	84
Tabela 4. Compreensões dos estudantes sobre como as empresas estão trabalhando para tornar suas pilhas e baterias mais sustentáveis e fáceis de reciclar (Questão 9).....	85
Tabela 5: Compreensões dos estudantes sobre como a conscientização pública pode ser aumentada para promover o descarte responsável de pilhas e baterias (Questão 10).....	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Percentuais das respostas dos grupos quanto à composição das pilhas e baterias e ao impacto ambiental que estas provocam.....	61
Gráfico 2. Percentuais das respostas dos grupos quanto aos principais impactos ambientais causados pelo descarte de pilhas e baterias.	62
Gráfico 3. Percentuais das respostas dos grupos sobre quais os riscos para a saúde humana estão associados ao manuseio inadequado de pilhas e baterias?.....	63
Gráfico 4. Percentuais das respostas dos grupos sobre quais substâncias tóxicas estão presentes em pilhas e baterias.	64
Gráfico 5. Percentuais das respostas dos grupos sobre como as substâncias tóxicas podem afetar o meio ambiente.	64
Gráfico 6: Compreensões dos estudantes sobre quais são as alternativas sustentáveis para o descarte de pilhas e baterias (Questão 7).....	83

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA)	17
2.2 PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA (PHC).....	19
2.3 DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS COMO PRÁTICA SOCIAL	25
2.4 ENSINO DE QUÍMICA, ELETROQUÍMICA E PILHAS E BATERIAS	30
3 DESENHO METOLÓGICO DA PESQUISA	45
3.1 TIPOS DA PESQUISA	45
3.2 CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA	47
3.4 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA	52
3.5 INSTRUMENTOS DE PESQUISA	53
3.6 PRODUTO EDUCACIONAL.....	54
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4.2 ANÁLISE DE REFORMULAÇÕES NAS COMPREENSÕES DOS ESTUDANTES SOBRE O DESCARTE INCORRETO DE PILHAS E BATERIAS EM SUAS DIMENSÕES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS, SOCIAIS E AMBIENTAIS	68
4.3 AVALIAÇÃO DE CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES DA ARTICULAÇÃO ENTRE A ABORDAGEM CTSA E A PHC NO CONTEXTO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA.....	89
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
REFERÊNCIAS.....	100
ANEXO 1 - CARTA DE ANUÊNCIA	106
ANEXO 2 – FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS.....	107
ANEXO 3 – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE	108
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	109
APÊNDICE B – MODELO DE CARTA AOS PREFEITOS	113
APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL.....	114

1 INTRODUÇÃO

Os tempos modernos demandam cada vez mais a necessidade de cuidar, de preservar o meio em que se vive, buscando-se por uma qualidade de vida de modo geral. Os problemas ambientais trazem graves danos para a população. Nesse sentido, busca-se através da Educação, dentre outras áreas, o desenvolvimento de estratégias que possam estimular e subsidiar os estudantes para preservarem o meio ambiente.

O termo preservação ambiental está ligado às estratégias que buscam defender da intervenção humana, os componentes da natureza através de ações que minimizam os danos causados ao meio ambiente e conseqüentemente à sociedade, ou seja, está ligado à ação de proteção do meio ambiente (Monteiro, 2020).

Existem no Brasil, por exemplo, áreas de preservação que são acobertadas legalmente, são as Áreas de Preservação Permanente (APP). Campagnolo *et al.*, (2010, p. 3) pontuam que, conforme o Código Florestal Brasileiro, uma APP é uma:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Monteiro, 2010, p. 3).

Nessa perspectiva, considera-se que a Educação pode contribuir significativamente para o entendimento das pessoas sobre a preservação ambiental como ações que buscam proteger e preservar os recursos naturais, por exemplo.

Muitas ciências, a partir de como são ensinadas em sala de aula, podem reverberar durante muito tempo na vida dos estudantes, especificamente devido ao fato de que o processo de ensino e aprendizagem é um potencial meio de se construírem e edificarem conhecimentos para toda vida.

Partindo desse princípio, considera-se que, na perspectiva de preservação ambiental, o descarte incorreto de pilhas e baterias, ou seja, descarte desses dispositivos em locais não apropriados, pode ser abordado por meio do ensino de Química. Isso porque esse descarte incorreto é um problema social e ambiental devido, por exemplo, a possibilidades de contaminação do solo. Arrigo, Alexandre, Assai (2018) alertam, de modo geral, que o descarte de lixo eletrônico há décadas

representa um grave problema ambiental, o que torna relevante trazê-lo para a discussão nas aulas de Química.

Portanto, entende-se que tratar esta questão no ensino de Química pode viabilizar aos estudantes, uma aquisição de conhecimentos sobre, por exemplo, os componentes químicos de pilhas e baterias e seus danos ao meio ambiente quando descartados incorretamente, que os estimulem a desenvolverem ações que possam preservar o meio ambiente, como, por exemplo, não descartar pilhas e baterias no lixo comum.

Adicionalmente, no processo de ensino e aprendizagem, ao se correlacionar a Química com situações presentes no cotidiano dos estudantes pode-se favorecer uma proximidade entre o conhecimento científico e o mundo real, promovendo a edificação de um saber entre conceito e contexto, entre ação e reação e, principalmente, provocando nestes indivíduos, uma crítica-reflexiva sobre seu papel na sociedade (Andrade; Zimmer, 2021).

Vieira *et al.* (2021) corroboram com essa discussão ao mencionarem que o ensino de conteúdos químicos muitas vezes pode parecer complicado tanto na visão de estudantes como de alguns professores, entretanto, ao se relacionarem os conteúdos químicos às situações do cotidiano, a captação do conhecimento se torna mais acessível e eficaz.

Entretanto, vale ressaltar a necessidade de, além de trabalhar com situações do dia-a-dia dos estudantes e articulá-las aos conteúdos químicos, é preciso contribuir para a formação crítica deles. Entende-se por formação crítica aquela que, segundo Oliveira e Simonetto (2017), dá condições aos estudantes para participarem ativamente na sociedade e analisarem seus contextos e as condições neles existentes. Isso porque, “o homem quando compreende sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e com seu trabalho pode criar um mundo próprio [...]”. (Freire, 1979, p. 30).

É nessa perspectiva que, dentre outras, destaca-se a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Justificamos a opção pela abordagem CTS/CTSA, considerando que, segundo Vieira *et al.*, (2011, p. 16), esta abordagem “[...] permite ir mais além do que o mero conhecimento acadêmico da Ciência e da Tecnologia, preocupando-se com

problemas sociais relacionados com questões de foro científico e tecnológico”, como é o caso do descarte incorreto de pilhas e baterias.

Além disso, a abordagem CTS/CTSA pode contribuir para o pensamento crítico do estudante, o qual, segundo Vieira (2021), está relacionado ao uso de conhecimentos científicos e tecnológicos e ao desenvolvimento de atitudes e capacidades, como, por exemplo, a de argumentar acerca de problemas que atingem a humanidade em diferentes contextos visando práticas democráticas de participação social.

Nesta pesquisa, foi adotado o acrônimo CTSA considerando o descarte incorreto de pilhas e baterias com ênfase na dimensão ambiental. A abordagem CTSA abre um amplo leque de oportunidades de conhecimentos, ao provocar no estudante a reflexão quanto ao seu papel na sociedade, uma percepção reflexiva que pode estimular o indivíduo a participar de modo ativo das mudanças à sua volta. A abordagem CTSA está centrada em questionamentos éticos associados ao desenvolvimento científico e tecnológico, bem como nos danos que esse desenvolvimento pode causar à sociedade e ao meio ambiente (Silva, 2021).

No contexto da abordagem CTSA para tratar do descarte incorreto de pilhas e baterias, diferentes conteúdos químicos podem ser abordados. Nessa pesquisa, optou-se pelo conteúdo da Eletroquímica que é “o ramo da Química que trata do uso de reações químicas espontâneas para produzir eletricidade e do uso da eletricidade para forçar as reações química não espontâneas acontecerem” (Atkins; Loretta, 2006, p. 539). Mais especificamente, foi considerado, dentro da Eletroquímica, o conteúdo de Pilhas.

Entende-se que a apropriação do conteúdo de Pilhas pelos estudantes pode contribuir para eles compreenderem, por exemplo, a relação entre as substâncias envolvidas nas reações químicas que ocorrem nesses dispositivos e os impactos ambientais causados por eles quando esses dispositivos são descartados de forma não adequada.

Além disso, alguns trabalhos da literatura discutem dificuldades dos estudantes sobre o conteúdo de Pilhas, como, dentre outros, o trabalho de Niaz e Chacón (2003 *apud* Ferreira, Gonçalves, Salgado, 2021, p. 1709) que aponta algumas delas, a saber:

A identificação de onde ocorre a reação na célula eletroquímica; como se dá o processo de fluxo dos elétrons, a condução no eletrólito, a neutralidade elétrica; como é a terminologia e os aspectos relativos aos componentes do processo, tais como ponte salina, cátodo e ânodo (Niaz; Chacón, 2003 *apud* Ferreira, Gonçalves, Salgado, 2021, p. 1709).

Na perspectiva da abordagem CTSA e do conteúdo de Eletroquímica, o trabalho de Dorneles (2021) explora processos eletroquímicos de corrosão a partir de uma sequência didática elaborada com características da abordagem CTSA. Esse estudo envolveu estudantes do ensino médio com a finalidade de propor-lhes uma aprendizagem significativa e ativa a partir da exploração de conteúdos como: reações de oxirredução, potencial de redução, reatividade dos metais, transferência de elétrons, equações químicas, entre outros.

Na abordagem CTSA para o ensino de Química são propostas na literatura diferentes enfoques didático-pedagógicos quando se discute sua implementação na sala de aula. Nesta dissertação, optou-se pela Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) como base pedagógica para fundamentar a abordagem CTSA visando implementá-la no contexto escolar, mais especificamente, no ensino de Química no ensino médio.

Optou-se pela PHC considerando, como primeira justificativa, o fato dela ser uma teoria pedagógica que apresenta grande significado no meio acadêmico, científico e educacional por defender, em uma “[...] sociedade corrompida e alienada, [...] a formação de novos agentes comprometidos com [...] uma educação [...] na qual o conhecimento possa ser valorizado como instrumento principal [...]” (Soares, Colares; Lombardi, 2022, p. 4). Nesse sentido, pode-se dizer que, quando os conhecimentos sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias em suas diferentes dimensões (científica, tecnológica, social, ambiental) são apropriados pelos estudantes, poderão se constituir instrumento que os ajudem a analisar causas e consequências dessa questão e buscar soluções para minimizá-las.

Além disso, como segunda justificativa, optou-se pela PHC considerando que ela se insere no grupo das teorias pedagógicas contra-hegemônicas, e nesse sentido, busca a mudança da ordem existente (Saviani, 2019 *apud* Firme; Silva, 2024). No caso dessa pesquisa, essa ordem existente tem relação com o descarte incorreto de pilhas e baterias.

Uma terceira justificativa considerou aproximações entre a abordagem CTS e a PHC tomando por base as ideias de Firme e Silva (2024). Essas autoras, ao

citarem Santos (2011), destacam aproximações entre a PCH e a abordagem CTS, dado que esta última propõe romper com “o modelo consumista movido pela lógica do lucro independente de suas consequências socioambientais” (Santos, 2011 *apud* Firme; Silva, 2024, p. 78).

A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), cujo precursor é o filósofo e professor Demerval Saviani (2009), apresenta como princípio fundamental a emancipação do indivíduo em seu meio social por meio do conhecimento. A PHC tem como base as contribuições filosóficas do materialismo histórico e dialético, e quando aplicada no contexto educacional, promove uma pedagogia revolucionária, impulsionando sua dinâmica própria no meio social (Saviani, 2009). Segundo Saviani (2009), a PHC é uma pedagogia que resgata a importância da escola, de seus conteúdos, do papel do professor enquanto mediador do conhecimento no processo de ensino e aprendizagem.

A PHC valoriza os conhecimentos e a experiência que os estudantes carregam consigo e é uma forma de promover o conhecimento longe dos métodos tradicionais, dando ênfase em novas experiências a partir do próprio cotidiano do estudante (Saviani, 2009).

Sobre a PHC no ensino de Química abordando o conteúdo de Eletroquímica, destacamos a pesquisa de Patrocínio (2018) que propôs uma abordagem para o ensino de Eletroquímica, considerando pressupostos teóricos e metodológicos da PHC, em uma escola pública da rede básica de ensino da cidade de Salvador, envolvendo duas turmas do 3º ano do ensino médio. As abordagens acerca do conhecimento dos estudantes partiram da temática “energia elétrica”. A eletricidade foi utilizada como temática para se discutir questões da realidade de cada estudante. Patrocínio (2018) utilizou uma sequência didática com base na PHC para o ensino de Eletroquímica, o que proporcionou a reflexão dos estudantes sobre a importância e a necessidade da eletricidade, bem como o surgimento da pilha para o desenvolvimento da ciência e da sociedade (Patrocínio, 2018).

Portanto, justifica-se essa pesquisa considerando a necessidade de os estudantes compreenderem os impactos do descarte incorreto das pilhas e baterias no meio ambiente e os conteúdos químicos envolvidos nesse processo, visando uma formação crítica por meio da abordagem CTSA e da Pedagogia Histórico-Crítica. Isso porque a abordagem CTSA coopera para os estudantes compreenderem as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e a

PHC busca a compreensão e superação de diversas práticas sociais, como é o caso do descarte incorreto das pilhas e baterias.

Nesse sentido, esta investigação foi conduzida a partir da seguinte questão de pesquisa: quais compreensões os estudantes constroem sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias, em suas dimensões científica, tecnológica, social e ambiental, no contexto de uma intervenção pedagógica fundamentada nos pressupostos da abordagem CTSA e da PHC?

Na busca de respostas para essa questão, foi delimitado como objetivo geral: analisar compreensões de estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias, em suas diferentes dimensões científica, tecnológica, social e ambiental, a partir de uma intervenção pedagógica fundamentada nos pressupostos da abordagem CTSA e da PHC.

Quanto aos objetivos específicos, tem-se:

- Identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias em seus aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais;
- Analisar reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias considerando dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais;
- Avaliar contribuições e limitações da articulação entre a abordagem CTSA e a PHC no contexto da intervenção pedagógica;
- Elaborar como produto educacional um e-book.

Espera-se que os resultados dessa pesquisa contribuam para as discussões sobre ensino de Química e sobre pesquisas sobre ensino de Química, quando se articula a abordagem CTSA e a PHC quanto ao descarte incorreto de pilhas e baterias. Além de instigar, do ponto de vista pedagógico, a sensibilização dos estudantes diante do descarte incorreto de pilhas e baterias, para serem multiplicadores dos cuidados necessários ao meio ambiente e à sociedade e a compreensão deles do descarte incorreto de pilhas e baterias em suas dimensões científica, tecnológica, social e ambiental.

Esta dissertação está organizada a partir dos seguintes tópicos, para além desta introdução: no tópico 2 discute-se a fundamentação teórica que embasou a pesquisa; no tópico 3 apresenta-se a metodologia da pesquisa; no tópico 4, estão discutidos os resultados e, por último, são apresentadas algumas considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico discute-se sobre a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), o descarte incorreto de pilhas e baterias como prática social, o objeto de conhecimento Eletroquímica e pilhas e baterias e sobre algumas pesquisas publicadas no ensino de Química acerca da abordagem CTSA, PHC, descarte incorreto de pilhas e baterias e eletroquímica.

2.1 ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA)

Nos últimos tempos muitas questões estão causando grandes inquietações sociais que, por sua vez, estão gerando novas possibilidades para discussões dentro do ambiente escolar, de modo específico, por se tratar de um local onde a construção sócio-crítica pode ser despertada no indivíduo de maneira saudável e progressiva.

Dentro dessa conjuntura, trazer uma abordagem didática de questões de repercussão social relacionadas à ciência e à tecnologia pode ser considerada uma importante estratégia para a formação de pessoas mais conscientes de sua responsabilidade em um contexto de vivência em coletividade.

Entre abordagens que envolvem de modo mais expressivo a ciência, a tecnologia, a sociedade, e tempos mais tarde, o meio ambiente no âmbito do ensino está a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, decorrente do movimento social denominado de Movimento CTS que teve origem nos países industrializados e mais desenvolvidos da Europa, Estados Unidos, Canadá e Áustria (Santiago, 2020).

Conforme Chrispino (2017) para se reportar a esse movimento é importante que se conheça o cenário no qual foi desenvolvido - o período da Segunda Guerra Mundial -, momento em que historicamente a ciência e a tecnologia deram grandes passos. Contudo, ao tempo em que a sociedade reconhecia positivamente os avanços da ciência e tecnologia, problemas de grande impacto ambiental estavam sendo gerados de forma desapercibida, problemas de ordem ambiental, ética e social tomavam proporções silenciosamente (Chrispino, 2017). A principal tônica daquele momento era que o avanço tecnológico era a mola propulsora para o

aumento do capital de todas as nações, gerando riquezas aos países (Chrispino, 2017).

Entende-se que a visão sobre a possibilidade de riquezas, especialmente sob o foco político, favoreceu, de certo modo, o descuido com o meio ambiente e a não percepção de consequências que a industrialização acelerada poderia causar dado que interesses particulares estavam à frente das preocupações com os possíveis impactos ambientais (Chrispino, 2017). De acordo como Chrispino (2017), a indústria de armas, por exemplo, passou então a produzir não apenas armas físicas de alcance letal ao indivíduo, mas também armas químicas de grande poder de destruição, matando milhares de pessoas, como as bombas de Hiroshima e Nagasaki.

Foi a partir desse contexto que o avanço científico e tecnológico ganhou um destaque diferente, dessa vez, sob um olhar não tão positivo. Foi observado que o poder de destruição alimentado por aquele avanço sem regras, poderia prejudicar de modo intenso à sociedade e o seu habitat. Em meio a essa conjuntura, ocorreram manifestações sociais afim de despertar a consciência crítica da população. E durante os anos de 1960 e 1970, os autores Thomas e Davyt encabeçaram as primeiras ações do Movimento CTS, questionando as relações CTS e levantando críticas voltada às decisões políticas (Silva, 2015). Há registros de que o início desse movimento tenha ocorrido só na década de 80, mas, não há informação exata do início do Movimento CTS (Santiago, 2020).

Entretanto, foi na década de 70 que os estudos CTS foram inseridos no contexto educacional. Em 1998, por meio da fala de Jane Lubchenco direcionada aos educadores e cientistas do século XXI, o olhar da ciência para questões ambientais foi destacado, alertando quanto aos cuidados com os métodos e produtos desenvolvidos, priorizando-se a condição da vida essencialmente (Vilches; Pérez; Praia, 2011).

Além do olhar para a degradação ambiental ocasionada pela evolução tecnológica no contexto do avanço da industrialização especialmente, é preciso considerar que o envolvimento do indivíduo, não apenas como telespectador, mas principalmente, como parte engajada em uma perspectiva de provocação de mudanças, cooperando ativamente para a formulação de novas propostas de superação da degradação ambiental, é fundamental.

Segundo Firme e Teixeira (2011, p. 294), “é chamada de abordagem CTS para o ensino das ciências naturais todas as propostas que advogam o uso do conhecimento científico para intervenção no contexto social”. Ainda segundo essas autoras, o objetivo da abordagem CTS é viabilizar, por meio da aquisição de conhecimento em suas dimensões científicas, tecnológicas e sociais, uma melhor forma de se conviver em sociedade, na perspectiva de promoção de qualidade de vida de forma democrática, “a partir de relações estabelecidas entre ciência, tecnologia e sociedade (Firme; Silva, 2024, p. 3). Para Vieira *et al.* (2011, p. 16) a abordagem CTS “permite ir mais além do que o mero conhecimento acadêmico da Ciência e da Tecnologia, preocupando-se com problemas sociais relacionados com questões de foro científico e tecnológico”.

Nesta pesquisa foi considerada a abordagem CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Isso porque, segundo Pedretti (2005 citada por Viches, Pérez e Praia, 2011, p. 179), “a incorporação da letra ‘A’ de ambiente para a expressão CTS, tornando-se CTSA [...], responde ao anseio de dar uma maior ênfase às consequências ambientais dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos”. Logo, a abordagem CTSA é a mais adequada nesta pesquisa ao tempo em que se propõe discutir o descarte incorreto de pilhas e baterias no ensino de Química.

A abordagem CTSA para o ensino de Química pode ser desenvolvida a partir de diferentes enfoques didático-pedagógicos. Nesta dissertação, optou-se pela Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) como base pedagógica para fundamentar a abordagem CTSA visando implementá-la no contexto escolar, mais especificamente, no ensino de Química no ensino médio.

2.2 PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA (PHC)

Entende-se como importante que o indivíduo seja integrado de forma participativa às transformações sociais à sua volta e foi nessa perspectiva que se adotou, nesta pesquisa, a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) como base pedagógica da abordagem CTSA.

A PHC tem como principal premissa a emancipação do indivíduo por meio da socialização dos conhecimentos construídos historicamente pela humanidade. Trata-se de uma pedagogia que provoca o ser humano a participar, contribuir com a construção social, considerada dentre alguns estudiosos da Educação como uma

pedagogia revolucionária, justamente por ter como base, contribuições filosóficas do materialismo histórico e dialético, onde se busca compreender as transformações sociais a partir de uma realidade (Lopes, 2020).

Lopes (2020, p. 15) pontua que a PHC pode ser considerada um “esforço coletivo” cujo intuito é o de “construir uma pedagogia marxista, que tenha condições de enfrentar os desafios colocados pela prática educativa alienada com a qual nos defrontamos no contexto atual”, que de modo infeliz foi se consolidando no país.

Essa pedagogia teve sua origem no Brasil no período pós-ditadura, momento em que a sociedade passava por grandes transformações, especialmente no campo da Educação, pois olhares mais críticos com relação aos métodos de ensino despertaram a necessidade de se considerarem teorias educacionais voltadas a reflexão crítica e terminantemente críticas, superando dessa maneira àquelas predominantes trazidas pela história, mas, pouco eficazes até então. É nesse ambiente, que Dermeval Saviani destaca-se por implementar em seus discursos a necessidade da mudança educacional de caráter coletivo, por meio da construção de um campo conceitual da pedagogia crítica (Lagares; Almeida, 2021).

Para Saviani (2008), a PHC veio para superar dois tipos de teorias educacionais que predominaram no cenário nacional brasileiro, a teoria não crítica e a teoria crítico-reprodutivista. A primeira, conforme o entendimento do autor, pontuava que os problemas sociais poderiam ser resolvidos a partir da educação, considerando esta com o poder de autonomia frente à sociedade. Entretanto, o autor destaca que a influência da escola não está apenas sobre a sociedade, ela vai mais além, tem alcance sobre questões de viés socioeconômico. A teoria crítico-reprodutivista, por sua vez, para Saviani (2008), não passa de uma teoria com a visão de que a escola é apenas uma “massa de manobra do sistema” legitimando e fortalecendo a estrutura de separação de classes sociais.

Contudo, para Lopes (2020, p. 18), essa visão crítico-reprodutivista no Brasil “desempenhou um papel importante porque de alguma forma impulsionou a crítica ao regime autoritário (ditadura militar) e à pedagogia autoritária (tecnicista) desse regime”, movimento que durante muito tempo esteve inserido no sistema educacional brasileiro.

Conforme Patrocínio (2018, p. 18), essas teorias crítico-reprodutivistas apontam para uma escola pré-moldada, ou seja, elas “pressupõem que a escola deve assumir um caráter de instrumento ideológico de reprodução das relações de

produção”, isto quer dizer que “a escola na sociedade capitalista deve conservar a dualidade estrutural (divisão de classes), mantendo, assim, a relação de dominação e exploração existente na sociedade”, sem que haja a possibilidade de uma transformação por meio autônomo da educação.

A proposta da PHC, feita por Saviani (2008) é justamente contrária a essa visão das teorias crítico-reprodutivistas. Para a PHC a sociedade exerce grande poder de influência sobre a educação, entendendo que a escola tem a responsabilidade de garantir os conhecimentos, no contexto escolar, para os indivíduos, e a valorização das formas de ensino, resgatando o mérito dos conteúdos, do professor, do processo de ensino, destacando também a importância dos conhecimentos trazidos pelos estudantes, elementos que pelos métodos tradicionais, ao longo do tempo, passaram a ser negligenciados (Saviani, 2008).

Para Saviani (2008) a PHC propõe um método didático que insere o indivíduo em um contexto onde ele reflete, debate, participa ativamente do seu contexto social, não que isso possa causar a ideologia da transformação do planeta, mas que a partir da educação, coisas relevantes possam acontecer na sociedade.

A PHC foi inicialmente vista com olhos bastante questionadores, e de forma bastante expressiva na década de 1990, dentro de um contexto internacional com o Consenso de Washington, fundamentado em parâmetros “econômico-políticos do neoliberalismo e suas reformas educativas, com as novas pedagogias neoprodutivistas”, foram apresentadas falsas teorias progressistas, sugerindo a adesão “às pedagogias contra hegemônicas”, e a PHC permaneceu avançando e contribuindo com as mudanças educacionais (Saviani, 2011, p. 423; Lagares; Almeida, 2021).

Saviani é bem enfático quanto a importância da PHC no seu livro “Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações”, publicado em 1991, o qual alcançou grande repercussão, composto por diversos artigos que exploravam a PHC no contexto educacional. Para o autor, essa obra foi a primeira aproximação do real significado da PHC, considerando que esta era cogitada por outros estudiosos.

Em 2019, essa obra ganha um reforço com a publicação do novo livro “*Pedagogia histórico-crítica: quadragésimo ano – novas aproximações* (Saviani, 2019). Essa publicação foi a junção de estudos elaborados e apresentados tanto por Saviani em 20 conferências ocorridas entre os anos de 2005 e 2019, onde a partir do primeiro livro (1991), ele adicionou novas experiências e saberes, consolidando

um aprofundamento da PHC no cenário educacional, como por diversos pesquisadores que passaram a investigar fundamentos teóricos e metodológicos da PHC, e esse movimento vem crescendo a cada ano (Lagares; Almeida, 2021).

Basta se fazer uma busca nas bases de publicações utilizando-se a palavra-chave “histórico-crítica”, que uma considerável quantidade de trabalhos é elencada. Conforme Gama e Marsiglia (2018, p. 25).

É possível constatar o grande número de estudiosos que vem somando esforços para o desenvolvimento da teoria, nos permitindo ilustrar, enquanto uma amostra, o universo de publicações em formato de livro que vem contribuindo para o desenvolvimento da pedagogia histórico-crítica (Gama; Marsiglia, 2018, p. 25).

A PHC é de grande interesse até os dias atuais, como ocorreu um dos períodos mais conturbados, o período da Pandemia, onde o ensino figurou, em muitos momentos, como uma mercadoria generalizada diante da pressão social, especificamente tratando-se da Educação a Distância como um ensino equivalente ao ensino presencial. Para Saviani (2020, p. 6) essa “tendência à conversão da educação em mercadoria na esteira da privatização... implica, sempre, na busca da redução dos custos visando o aumento dos lucros.” O autor alerta que essa tendência se configura em uma ameaça imposta pelo “contexto social neoliberal”, e em contrapartida, é preciso conceber a escola como um espaço público, logo, o ensino presencial, arraigado a partir da fala de cada estudante, é necessário.

É interessante destacar que para Saviani (2013, p. 26) uma das características principais e bastante polêmica da PHC “[...] é que ela se posiciona claramente a favor dos interesses dos trabalhadores, isto é, da classe fundamental dominada na sociedade capitalista”, o que de forma direta causa confronto aos indivíduos caçadores de lucros (capitalistas), sendo a PHC completamente contrária, ao assumir um “compromisso social e político com a classe trabalhadora”.

A PHC preconiza a construção social a partir da humanização dos indivíduos, pois o trabalho educacional realizado nos estudantes visa produzir de forma direta e intencional um indivíduo singular, mas principalmente despertar neste, sua humanização diante das situações vivenciadas em coletividade, ou seja, seu olhar acerca de determinado contexto e sua participação ativa nas resoluções de tal questão (Saviani, 2015).

Contudo, para a compreensão do estudante e uma participação eficaz nos processos de coletividade, é de grande importância passar por determinadas etapas, consideradas por Demerval Saviani (2015), como etapas de impacto no processo de transmissão-assimilação de conteúdos cognitivos. Essas etapas caracterizadas por Saviani (2015) também são conhecidas como cinco momentos interdependentes e articulados dialeticamente, os quais são: 1) prática social inicial; 2) problematização; 3) instrumentalização; 4) catarse e 5) prática social final.

Antes de discutir os respectivos momentos, é necessário apresentar a concepção de prática social adotada nesta dissertação. Dessa forma, a prática social é concebida como a “[...] a atividade material do homem que transforma o mundo natural e social para fazer dele um mundo humano” (Vázquez, 1977, p. 3).

De acordo com Saviani (2015), o momento é a prática social inicial, que corresponde ao ponto de partida da prática pedagógica e está ligada ao processo de conhecer cada aluno, sua experiência, sua vivência, sua memória, seu conhecimento prático acerca de determinada prática social, um conhecimento sincrético. Corresponde ao momento em que o educador toma conhecimento – de uma forma mais específica – da realidade dos alunos. Informações que servirão de fundamento para a abordagem do professor, onde ele criará vínculos com a realidade dos estudantes. Segundo Saviani (2019, p. 130), diante da prática social, o conhecimento sincrético é aquele ainda superficial marcado pelas “pelas vivências empíricas presas às impressões imediatas [...]” e o conhecimento sintético é aquele que articula as múltiplas dimensões da prática social.

O momento é a problematização. A construção da problematização vem da prática social, onde são avaliadas questões relacionadas ao conteúdo proposto e, o educador identifica a necessidade de aplicação de determinados conhecimentos (Saviani, 2015).

Identificadas as questões para aplicação de conhecimentos, tem-se o momento da instrumentalização, momento em que os estudantes se apropriam de instrumentos teóricos e práticos, de modo que, sejam solucionadas as questões levantadas na problematização. É justamente nesse momento em que o conteúdo é explorado em todas as dimensões do conhecimento científico, formal e abstrato. O conteúdo é trabalhado com os alunos de modo que eles se apropriem mais eficazmente desse novo conhecimento (Saviani, 2015).

De acordo com Saviani (2008) a instrumentalização está diretamente ligada a identificação dos problemas identificados na prática social e por meio da transmissão do conhecimento (direta ou indireta) os alunos poderão se apropriar do conteúdo. Conforme o autor, a forma de transmissão do conhecimento utilizada pelo professor pode ser direta ou mesmo, através de outros meios indicados.

O momento da catarse, que em grego “*kátharsis*” quer dizer “purificação” (Silva, 2015) é aquele em que os estudantes exteriorizam o entendimento da prática social. É o momento em que eles rompem com o senso comum e libertam apropriando-se de novos conhecimentos (Silva, 2015).

Segundo Saviani (2008) citado por Silva (2015, p. 3), é na catarse que ocorre a:

Efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social. [...]. Daí porque o momento catártico pode ser considerado como o ponto culminante do processo educativo, já que é aí que se realiza pela mediação da análise levada a cabo no processo de ensino, a passagem da síncrese à síntese; em consequência, manifesta-se nos alunos a capacidade de expressarem uma compreensão da prática em termos tão elaborados quanto era possível ao professor (Saviani, 2008 *apud* Silva, 2015, p. 3).

No momento da catarse o estudante mostra uma nova postura em relação a prática social e a determinado conhecimento unindo-os aos conceitos adquiridos ou mesmo, reajustando-os, integrando-os às suas vidas, implicando em novos posicionamentos em sua vida prática (Saviani, 2008).

No entendimento de Saviani (2015, p. 37) a catarse representa “o ponto culminante do processo pedagógico, quando ocorre a efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados em elementos ativos de transformação social”, logo, é o momento mais importante do processo de ensino e aprendizagem que pode oportunizar a formação de estudantes mais críticos, comprometidos e conhecedores de seu papel para uma sociedade melhor.

E, por último, o momento da prática social final, que, conforme Saviani (2015), é a compreensão da prática social de forma mais elaborada pelos alunos. Assim, a prática social final é e não é a mesma prática social inicial, dado que sobre a prática social os estudantes têm agora o conhecimento sintético.

Conforme o entendimento dos autores Pereira, Wagner e Gasparini (2022, p. 11):

A prática social ao término do estudo da unidade de conteúdo apresenta-se como um ponto de chegada, ou seja, conclui-se uma etapa do conhecimento escolar; por isso, pode ser considerada como prática social final do conteúdo estudado. Todavia, esse conteúdo final nunca esteve fora da prática social global, mas revestiu-se da dimensão educacional, escolar, pedagógica, didática e agora prática, como o era no início do processo escolar.

No desenvolvimento da prática educativa por meio dos momentos da PHC, os momentos intermediários da problematização e da instrumentalização são essências no processo.

Contudo, vale ressaltar que os momentos da PHC são interligados e interdependentes, e dessa forma, não seguem uma sequência linear, ou seja, não representam uma relação mecanicista, padronizados em modelo linear ocorrendo um após o outro. Segundo Galvão *et al.* (2019), por exemplo, a problematização e a instrumentalização são catarses e são práticas sociais ao tempo em que contribuem para modificar a compreensão da prática social e são elementos constitutivos da prática social.

Outro fato relevante é a necessidade de se considerar os conhecimentos que esses estudantes já possuem acerca de determinada prática social, explorando-se exatamente este conhecimento na prática social inicial afim de se identificarem as questões que serão trabalhadas pelo educador como o ponto de partida, dando possibilidades para a aplicação de novos conteúdos (Pereira; Wagner; Gasparini, 2022).

Em síntese, a PHC busca a apropriação de conhecimentos pelos estudantes como ferramenta de transformação social diante de práticas sociais. Nesse sentido, destacamos, dentre outras, a prática social do descarte incorreto de pilhas e baterias, dado que esse descarte é um problema social e ambiental devido, por exemplo, a possibilidades de contaminação do solo.

2.3 DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS COMO PRÁTICA SOCIAL

Diante de grandes transformações ocorridas em todo planeta, geradas especialmente a partir do avanço industrial, não só a vida humana se tornou comprometida, mas todo tipo de vida. Isso porque essas transformações abrangem de forma negativa, especialmente, o meio ambiente, responsável por toda

sustentação de vida. A partir dessa constatação a cada ano, preocupações voltadas para se preservar a natureza e seus recursos passaram a ser mais intensas.

Nas últimas décadas destacam-se as inovações no campo tecnológico, de tal maneira que antes o tempo considerado “de versão nova” para muitos aparelhos *smartphones*, por exemplo, era de 12 meses de uma versão para outra, atualmente essas atualizações, não apenas de aparelhos telefônicos, mas de outros tipos de aparelhos e aplicativos e demais *softwares* e *hardwares* é aproximadamente 6 meses no máximo para muitos produtos desse gênero. Nos tempos modernos, as atualizações, diante da velocidade como ocorrem, podem ser observadas por dois ângulos. O primeiro está associado ao aceleração econômico, pois há uma aceleração na economia advinda da comercialização desses tipos de produtos em suas “novas versões”, sendo um mercado que não apresenta retração.

O segundo está associado ao lixo eletrônico, conhecido como lixo tecnológico (e-lixo) ou ainda como Resíduos de Aparelhos Eletroeletrônicos (RAEE) e Resíduos de Equipamentos Eletro Eletrônicos (REEE) (Freitas, 2018).

De acordo com o relatório The Global E-wasteMonitor, elaborado pela Universidade das Nações Unidas (<https://www.uol.com.br/eco/ultimas-noticias/2023/03/15/pilhas-e-baterias-como-fazer-o-descarte-correto.htm>, 2023):

Todos os anos mais de 53 milhões de toneladas de lixo eletrônico são descartadas em todo o mundo e o Brasil ocupa o quinto lugar no ranking de maior produtor de lixo no mundo, com 2,1 mil toneladas de eletrônicos descartados anualmente.

Esse é um fato que ganha força a cada ano. O consumo de aparelhos eletroeletrônicos e eletrodomésticos tem crescido sistematicamente. Na produção de muitos desses produtos, logo em sua fase inicial, é utilizado material de vida útil consideravelmente limitada, criando-se então a necessidade de novas aquisições em pouco tempo de uso, seja sob o ponto de vista de *softwares* ou de *hardwares*. Freitas (2018, p. 11) destaca que “um dos lados perversos da tecnologia é seu amplo impacto ambiental” considerando que o processo de produção desses produtos, como, por exemplo os “computadores e periféricos, tem ampla dependência de água e energia e consome grandes quantidades de recursos naturais”, isso, ainda sem contar com o descarte incorreto de seus componentes.

Nesse contexto, destaca-se a grande quantidade de pilhas e baterias utilizadas em muitos tipos de produtos tecnológicos. O descarte incorreto desses

fragmentos tecnológicos pode, de forma direta prejudicar a preservação da natureza por meio da contaminação causada ao meio ambiente. Não se pode ignorar que os riscos provocados por esses sistemas eletroquímicos também causam grandes danos à saúde humana, colocando-se inclusive como um problema de saúde pública.

Dentro dessa conjuntura, levantaram-se vários debates e, em 30 de junho de 1999, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou no Diário Oficial da União a Resolução nº 257, que abordava sobre o descarte e o gerenciamento adequados de pilhas e baterias. Em 2008, essa resolução foi revogada e substituída pela Resolução nº 401, que fortaleceu de forma mais abrangente a questão do descarte e do gerenciamento ambientalmente apropriados (coleta, reutilização, reciclagem, etc.).

De acordo com a Resolução nº 401/2008, as baterias são “acumuladores recarregáveis ou conjuntos de pilhas, interligados em série ou em paralelo” e as pilhas são “geradores eletroquímicos de energia elétrica, mediante conversão de energia química, podendo ser do tipo primária (não recarregável) ou secundária (recarregável)” (Brasil, 2008).

Por ser um produto muito utilizado pela população, a quantidade de pilhas, baterias e pequenos aparelhos eletrônicos descartados de forma irregular, passou a ser reconhecida como um grave problema ambiental. Visando então reduzir os danos causados por esse tipo de descarte, em 06 de setembro de 2013, foi promulgada a Lei n. 15.084 pelo Estado de Pernambuco, tornando obrigatória a instalação de coletores de lixo eletrônico pelas empresas que comercializam pilhas, baterias e aparelhos eletrônicos de pequeno porte (Pernambuco, 2013).

Conforme Silva, Royer e Zanatta (2022, p. 4), a pilha configura-se como um “dispositivo constituído unicamente de dois eletrodos e um eletrólito, arranjos de maneira a produzir energia elétrica”. Esse eletrólito pode apresentar-se na forma líquida, sólida ou pastosa, contudo, ele sempre será um condutor iônico, e ao ser conectado a um:

Aparelho elétrico, uma corrente flui pelo circuito, pois o material de um dos eletrodos se oxida espontaneamente liberando elétrons (anodo ou eletrodo negativo), enquanto o material do outro eletrodo reduz-se usando esses elétrons (catodo ou eletrodo positivo) (Silva; Royer; Zanatta, 2022, p. 4).

A nível de saúde humana, tanto na composição de pilhas como de baterias estão os metais pesados: como mercúrio (Hg) que podem afetar diretamente o

sistema nervoso; o zinco (Zn) que afeta drasticamente o sistema gastrointestinal e outros problemas; o chumbo (Pb) que prejudica a memória, provoca dores musculares e depressão; o cádmio (Cd) que aumenta a pressão arterial e causa danos ao sistema imunológico; e o cobre (Cu) que causa grandes danos aos rins, dentre outros problemas provoca a anemia hemolítica.

São metais pesados que podem desencadear graves doenças como câncer, lesões no cérebro, disfunções pulmonares, entre outras. Elementos que prejudicam a saúde significativamente, e têm alto potencial de contaminação do solo, vegetação e lençóis freáticos (Silva; Royer; Zanatta, 2022).

Conforme Freitas (2018, p. 51), esses metais pesados são diferenciados de outros tipos de agentes tóxicos, porque eles:

[...] não são sintetizados nem destruídos pelo homem. Através da cadeia alimentar essas substâncias chegam, de forma acumulada ao organismo humano provocando sérios impactos, principalmente o 'cádmio, o chumbo e o mercúrio' (Freitas, 2018, p. 51, grifos do autor).

Apesar da Resolução n°. 257/1999 estabelecer limites de concentração de metais pesados em pilhas e baterias para que elas possam ser dispostas em coletores adequados (Brasil, 1999), o descarte incorreto desses materiais ocasiona a liberação de metais pesados, componentes presentes na estrutura de produtos (equipamentos eletrônicos, eletroeletrônicos) alimentados por pilhas e/ou baterias. Esses componentes comprometem de forma direta à vida de modo geral, pois têm um alto teor de elementos nocivos tanto a saúde humana como ao meio ambiente, considerando que ao serem descartados irregularmente contaminam o solo, a água, a fauna e a flora. De forma preocupante é grande o número de pessoas que desconhece esse tipo de contaminação provocada por pilhas e baterias descartados incorretamente, sem nenhum tipo de cuidado.

Entretanto cabe ressaltar que o descarte de pilhas e baterias pode ser realizado de forma correta, de forma que não implique em danos ambientais, por exemplo. Conforme as Resoluções n°. 401/2008 e n° 424/2010, cabe aos fabricantes indicarem no rótulo dos produtos a simbologia indicativa sobre a destinação adequada dos produtos e as informações sobre os danos que esses tipos de dispositivos podem causar aos seres humanos e ao meio ambiente.

A resolução nº. 401/2008, em seu capítulo V, exige que as informações sobre pilhas e baterias estejam apresentadas de forma clara para a população, como é expresso no art. 14:

Art. 14. Nos materiais publicitários e nas embalagens de pilhas e baterias, fabricadas no País ou importadas, deverão constar de forma clara, visível e em língua portuguesa, a simbologia indicativa da destinação adequada, as advertências sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, bem como a necessidade de, após seu uso, serem encaminhadas aos revendedores ou à rede de assistência técnica autorizada (Brasil, 2008).

Além das informações adequadas prestadas à população consumidora, outra forma de descarte adequado de pilhas e baterias é por meio das próprias empresas fabricantes. Estas têm a responsabilidade de prestar orientação e fazer a captação desses dispositivos, afim de evitar que sejam descartados de forma incorreta. Os estabelecimentos que comercializam estes tipos produtos e as lojas especializadas como assistências técnicas autorizadas podem ser postos de coletas (Costa *et al.*, 2023).

Considerando os postos de coleta, conforme o Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020, foram estabelecidas normas para criação de mais pontos de coleta, implementando-se obrigatoriamente um sistema de logística reversa para produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Este documento determina que até o ano de 2025 exista esse sistema implementado nos 400 maiores municípios do Brasil (Costa *et al.*, 2023).

No contexto educacional iniciativas de sensibilização da sociedade têm sido realizadas, especialmente no campo da Educação Ambiental abrangendo todos os níveis de ensino por meio de palestras, projetos inter e transdisciplinares nas diversas instituições de ensino.

Outra possibilidade de se descartar pilhas e baterias de forma correta é a Logística Reversa, considerando que se trata de um mecanismo fundamental para o desenvolvimento sustentável, dado que por meio desse mecanismo se reduz a exploração dos recursos naturais, evitando-se a geração de mais lixo danoso ao meio ambiente (Nascimento Júnior; Alves, 2023).

Sendo a prática um processo que se manifesta socialmente e que, ao mesmo tempo, transforma a realidade objetiva, é através dela que “nós podemos conhecer a realidade objetiva, captar suas relações, suas propriedades, sua essência” (Triviños, 2006, p. 135). Dessa forma, o descarte incorreto de pilhas e baterias explicita a

necessidade de minimizar impactos sociais e ambientais decorrentes deste descarte, e nesse processo, o conhecimento obtido sobre essa questão pode contribuir para a realização de novas práticas sociais, como, por exemplo, descartar pilhas e baterias corretamente.

Nessa perspectiva, o ensino de Química pode contribuir para a compreensão de diversos problemas decorrentes do descarte incorreto de pilhas e baterias por meio, por exemplo, do ensino do conteúdo de Eletroquímica, mais especificamente, por meio do conteúdo de Pilhas, bem como para a compreensão da necessidade do descarte correto destes dispositivos e como fazê-lo.

2.4 ENSINO DE QUÍMICA, ELETROQUÍMICA E PILHAS E BATERIAS

Para discutir de uma maneira mais ampla acerca do ensino de Eletroquímica, é importante se falar primeiramente do ensino de Química. Em conformidade com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), o ensino de Química deve ser executado de forma a facilitar a compreensão do estudante quanto ao desenvolvimento de competências e habilidades, utilizando-se de temas contextualizados, problemas inseridos no cotidiano do aluno de forma que, possa contribuir para sua compreensão favorecendo a interpretação, análise das informações, construção dos argumentos, definições das conclusões, tomada de decisão (Brasil, 2006).

Os PCNEM pontuam que a Química é parte integrante do desenvolvimento científico-tecnológico, diante do natural envolvimento desta ciência até mesmo nas tradições culturais da sociedade, e reafirmam dessa forma, que ela está inserida na formação dos conhecimentos de cada pessoa, “tanto no que se refere às transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, quanto à compreensão dos processos químicos existentes nas aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas” (Freitas, 2018, p. 16).

Ainda conforme os PCNEM, a Química tem sua própria linguagem e representação, seja por meio de “símbolos, fórmulas, convenções e códigos”, necessárias para o desenvolvimento de suas habilidades e competências (Brasil, 2006). Embora os PCNEM não regulamentem mais o ensino de Química, esse documento apresenta considerações importantes a esse respeito.

Atualmente, o documento norteador do ensino de Química é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Este documento normatiza “o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, [...]” (Brasil, 2018, p. 5).

Conforme Alves, Martins e Andrade (2021, p. 254), a BNCC é o documento que estabelece e orienta sobre as aprendizagens fundamentais para a formação do estudante “[...] embora não sejam equivalentes ao conteúdo mínimo”, ou seja, permitem lacunas ao apresentarem um conteúdo robusto, mas difícil de ser completamente alcançado.

Segundo a BNCC, a disciplina de Química compõe junto da Física e da Biologia, a área das Ciências da Natureza e suas tecnologias. Entretanto, vale destacar que, segundo Alves, Martins e Andrade (2021), na visão de muitos docentes, esse fator não foi positivo, dado que “ao agrupar as três ciências da natureza em um único tópico reduziu bastante a ênfase nas competências e habilidades da química [...]”.

Por outro lado, sob o entendimento de Moraes *et. al.*, (2021, p. 3), essa “compactação de disciplinas importantes para a formação integral do sujeito” pode trazer docentes de outras disciplinas que não são exatamente de Química e, assim, forçar uma adaptação a esse novo modelo. Entretanto, a nova conjuntura dessas disciplinas busca incorporar, de uma forma mais ampla, temas de grande importância envolvendo saúde coletiva e meio ambiente, por exemplo.

Muitas questões vivenciadas no contexto social e no ambiente escolar podem gerar conhecimentos (Dorneles, 2021). Observando por esse ângulo, nos últimos anos se discute um ensino de Química mais envolvido com as questões do cotidiano de modo que os conteúdos químicos sejam melhor compreendidos. Não apenas o ensino dessa disciplina especificamente, mas todo conhecimento científico direcionado aos estudantes em qualquer fase de aprendizagem.

Entretanto, o ensino de Química é pontuado pela maioria dos estudantes como uma disciplina difícil, provocando nos educadores uma preocupação diante do processo de ensino e aprendizagem de conteúdos químicos. A literatura aponta que um ensino ancorado na memorização de equações e nomes, cuja maioria dos alunos não associam aos significados conceituais, torna muitas vezes, o aprendizado dificultoso (Freitas, 2018). E a partir desse olhar, nos últimos anos,

algumas mudanças ocorreram e vem ocorrendo no processo de ensino de ciências, por exemplo.

Observa-se uma reestruturação curricular a fim de que novas metodologias possam contribuir com a participação do aluno no processo de aprendizagem de uma forma mais ativa. O principal objetivo dessa reestruturação é que os estudantes passem a ter uma visão mais ampla e apropriada sobre o estudo da ciência (Patrocínio, 2018; Dorneles, 2021).

De acordo com Machado e Mortimer (2007) citados na pesquisa de Freitas (2018), para a maioria dos estudantes, a questão de aprender Ciências não é alargar seus conhecimentos sobre fenômenos, mas introduzi-los “numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e explicá-lo” (p. 55), de maneira que compreendam apropriadamente o que estão discutindo.

É nessa perspectiva que consideramos o ensinar e o aprender Química. Dentro desse campo, voltamos nosso olhar para o ensino de Eletroquímica. A literatura concorda ao pontuar que o ensino do conteúdo de Eletroquímica pode ser considerado como um dos mais difíceis de ensinar e de aprender. Na visão de muitos indivíduos, a Eletroquímica envolve conceitos abstratos que não se tornam claros para a compreensão. Por esse motivo existem estudos que focam em metodologias de aprendizagem que possam viabilizar um melhor entendimento, como por exemplo, o uso de experimentos investigativos baseados em fenômenos do cotidiano dos estudantes (Vieira; Braga; Passos; Farias, 2021).

De acordo com Andrade e Zimmer (2021, p. 1), a Eletroquímica é a parte da ciência que “estuda a relação entre as reações químicas e eletricidade”. O ensino de Eletroquímica, assim como de outras ciências que se utilizam de simbologias para definir seus conceitos, não costuma ser de fácil aprendizagem para muitos estudantes, entretanto abordado de uma forma diferente pode ser compreendido mais satisfatoriamente pelos alunos. Como é um ensino que também remete aos fenômenos e ao dia a dia, esses fenômenos podem ocorrer e serem identificados, o ensino pode ser realizado a partir dessas observações, como por exemplo, a corrosão dos metais.

De acordo com Silva, Jesus, Mendes e Rocha (2019, p. 4), a Eletroquímica pode ser compreendida como fenômenos que causam transformações que:

Resultam de um processo de transferência de elétrons chamado reações de oxirredução. As reações de oxirredução abordam os conceitos de oxidação,

redução, agente redutor e oxidante, entre outros, como também, explicam as propriedades antioxidantes da vitamina C, a corrosão de metais, as reações de combustão e o processo para a obtenção de metais (Silva, Jesus, Mendes; Rocha, 2019, p. 4).

A partir do momento em que ocorre a oxirredução é gerada eletricidade, como acontece no caso das pilhas. E quando essas reações “só ocorrem ao receber trabalho elétrico¹, realiza-se o processo de eletrólise, conforme pode ser observado na figura 1:

Figura 1. Esquema das transformações que ocorrem e processo eletroquímicos



Fonte: Andrade e Zimmer (2021, p. 71).

Adicionalmente, se faz necessária a compressão sobre o conceito de pilhas, sua constituição e demais aspectos ligados o seu funcionamento. As pilhas são definidas como células galvânicas ou voltaicas². De acordo com Atkins e Jones (2006), as células galvânicas podem ser entendidas também como uma célula eletroquímica, quando a partir de uma reação química espontânea ela gera uma corrente elétrica.

As baterias, por sua vez, referem-se a “uma coleção de células galvânicas unidas em série para que a voltagem produzida – sua capacidade de forçar uma corrente elétrica através de um circuito – seja a soma das voltagens de cada pilha” (Atkins; Jones, 2006, p. 543).

De acordo com Bocchi, Ferracin e Biaggio (2002, p. 4), uma pilha é composta da seguinte estrutura conforme figura 2:

¹ “Energia transferida ou transformada devido à aplicação de uma força. No caso do trabalho da força elétrica a energia potencial elétrica vai ser transformada em energia cinética (e vice-versa) através da atuação da força elétrica” (Quartieri, 2015, p.1).

²Essas pilhas também podem armazenar energia e transformá-la em trabalho (Skoog *et al.*, 2012).

Figura 2. Composição de uma pilha



SBQ

<http://qnint.sbq.org.br>

Fonte: Sociedade Brasileira de Química (<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>, 2024)

As reações químicas espontâneas que produzem energia compõem parte da Eletroquímica, bem como, o uso da eletricidade para provocar reações químicas não-espontâneas (Fragal *et al.*, 2011). Essas reações são responsáveis pela função das pilhas em transformar energia química em energia elétrica, fazendo funcionar vários dispositivos eletrônicos.

Atualmente no mercado, existem diversos tipos de pilhas, conforme figura 3.

Figura 3. Tipos de pilhas



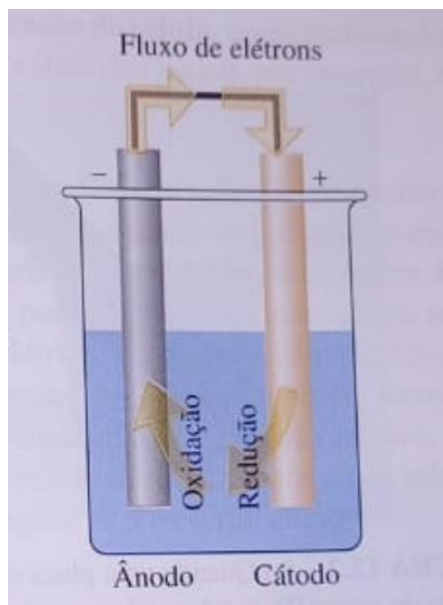
Fonte: (<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/eletroquimica.htm>, 2024).

Na constituição das pilhas existem substâncias que reagem espontaneamente transferindo elétrons, são as reações de oxirredução. As pilhas são compostas por dois eletrodos metálicos, ânodo e cátodo. É no ânodo, polo negativo, que ocorre a oxidação e, no cátodo, polo positivo, ocorre a redução.

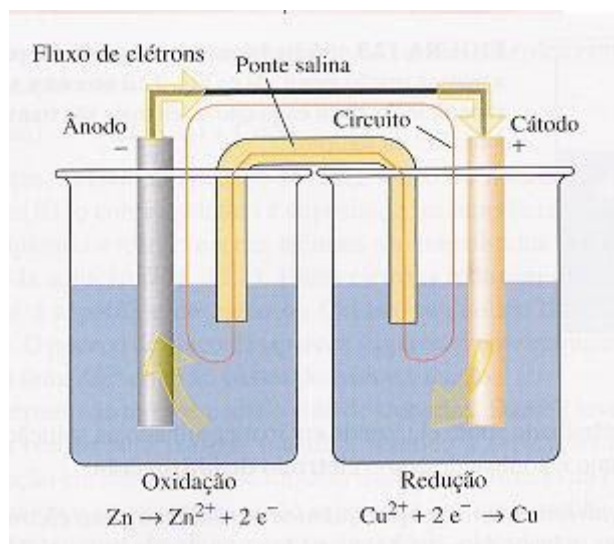
Em uma célula galvânica o processo de oxidação ocorre no “ânodo onde a espécie química perde elétrons”. O ânodo é um eletrodo que sofre oxidação. O

cátodo é o eletrodo que sofre a redução. O processo é espontâneo e a energia liberada na reação é convertida em trabalho elétrico. (Atkins; Jones, 2006). Esse processo é ilustrado na figura 4.

Figura 4. Processo de oxirredução em um eletrodo



Fonte: Atkins e Jones (2001, p. 607).

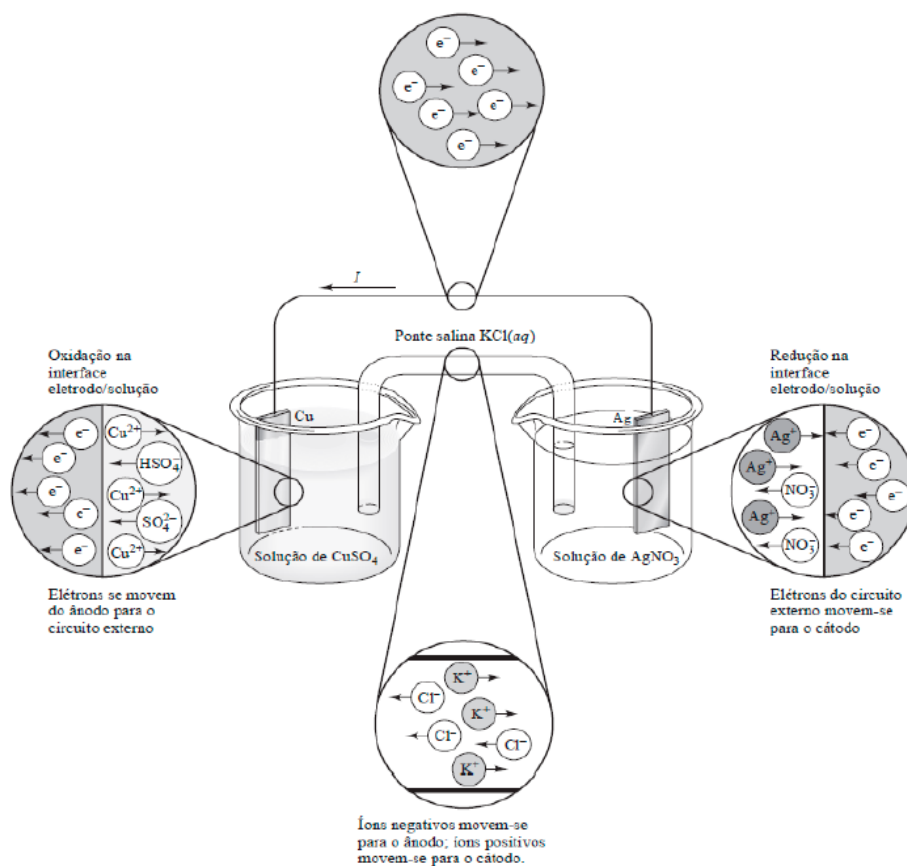


(<http://www.klimanaturali.org/2008/05/eletroquimica-electrochemical.html>)

Essas reações de oxidação e redução espontâneas das células galvânicas geram do ânodo para o cátodo um fluxo de elétrons por meio de um condutor

externo. Como células galvânicas, as pilhas e baterias representam uma forma singular desse funcionamento, conforme figura 5.

Figura 5. Processo de funcionamento de uma pilha

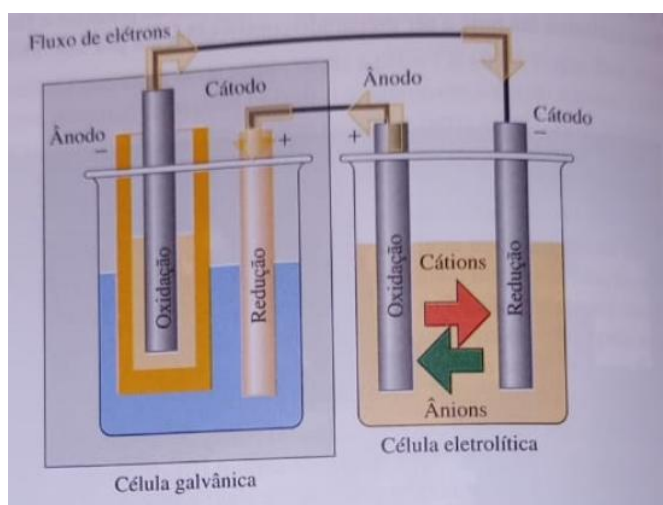


Fonte: Skoog *et al.*, (2012).

As células onde acontece a eletrolise, são chamadas de células eletrolíticas, e o processo é diferente do que ocorre nas reações das células galvânicas. O ponto diferencial são os dois eletrodos em contato com um eletrólito em compartimento único, no qual a corrente elétrica atravessa o eletrólito através de condução iônica. É por meio de um condutor metálico externo que ocorre o fluxo eletrônico, do ânodo para o cátodo. Essas reações químicas que acontecem a partir de uma eletrolise não são consideradas espontâneas, logo, o funcionamento de uma célula eletrolítica depende de energia elétrica de uma fonte externa. (Atkins; Jones, 2006).

Na figura 6 ilustramos o funcionamento de uma célula galvânica e de uma célula eletrolítica.

Figura 6. Funcionamento de uma célula galvânica e uma célula eletrolítica

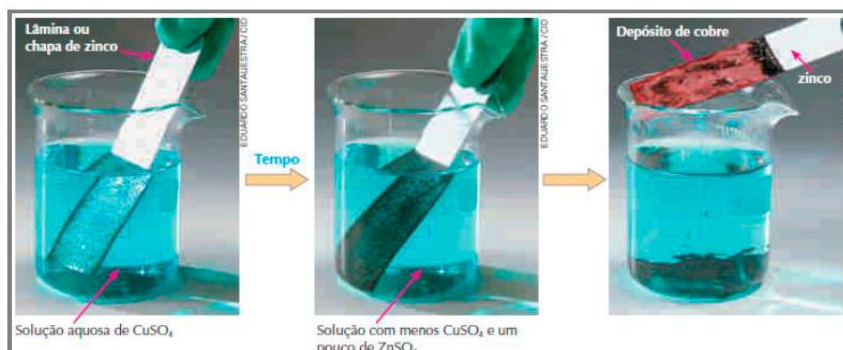


Fonte: Atkins e Jones (2001, p. 630).

O exemplo clássico da pilha galvânica é a pilha de Daniell, conhecida como célula de Daniell. Ela foi elaborada no ano de 1836 por John Frederic Daniell, um químico-físico britânico. De acordo com Skoog *et al.*, (2006, p. 470), “a pilha de Daniel foi uma das primeiras células galvânicas a encontrar ampla aplicação prática, por meados século XIX forneceu energia para os sistemas de comunicação telegráficos”. Para os serviços de comunicação desta época, a pilha de Daniell era o dispositivo que oferecia confiabilidade e estabilidade na corrente elétrica.

Na figura 7, está ilustrado o processo de deposição de cobre na superfície do zinco. Nesse processo, os elétrons de forma espontânea são transferidos dos átomos de zinco para os íons Cu^{2+} da solução. E assim, os íons Cu^{2+} são reduzidos a átomos de cobre que, por serem insolúveis em água, ficam aderidos a superfície do zinco ou formam um composto sólido. A reação aos poucos vai fazendo o zinco desgastar, momento em que seus átomos perdem elétrons e formam íons Zn^{2+} que vão formando buracos na placa (Skoog *et al.*, 2012).

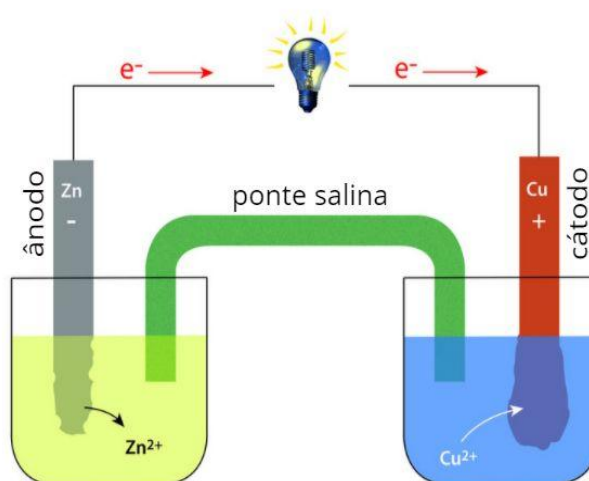
Figura 7. Deposição de cobre na superfície do zinco



Fonte: (<https://quimicalogia.blogspot.com/2012/12/pilha-de-daniell.html>, 2025)

A figura 8 ilustra o fluxo da corrente elétrica na pilha de Daniell. A placa de zinco (eletrodo) está imersa numa solução de sulfato de zinco (ZnSO_4) e o eletrodo de cobre está imerso em uma solução de sulfato de cobre II (CuSO_4). Essas soluções estão ligadas pela ponte salina. Segundo Brown *et al.* (2016, p. 904) “a função da ponte salina é evitar o contato direto entre os metais, permitir a migração de íons e manter a neutralidade elétrica das soluções”.

Figura 8. Corrente Elétrica a partir da pilha de Daniell



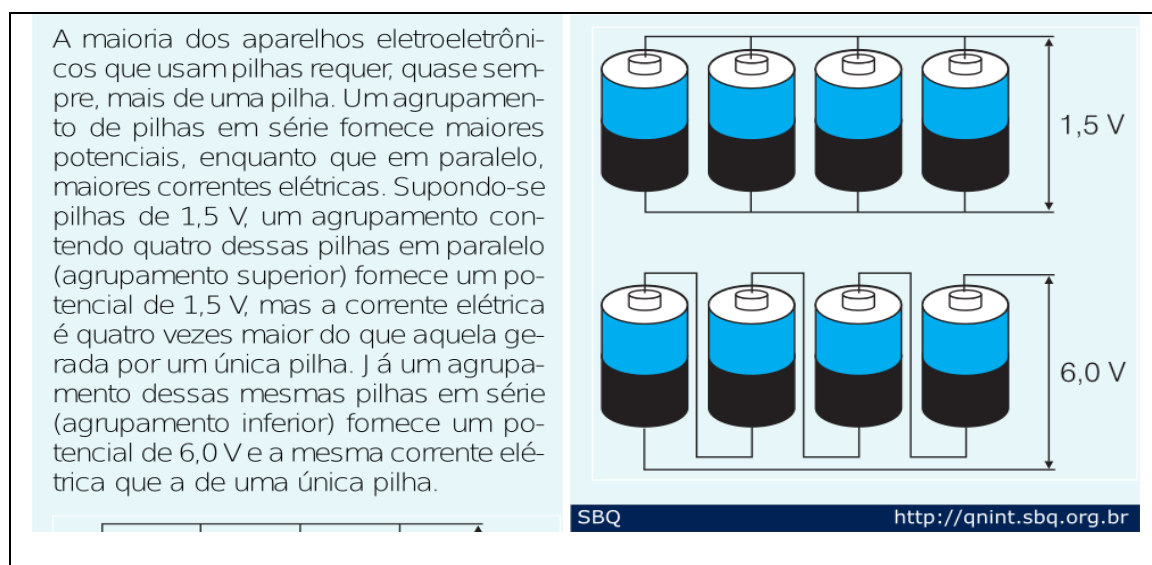
Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/pilhas.htm>

Bochi, Ferracin e Biaggio (2002) citados por Paniagua (2022, p. 13), afirmam que é importante “destacar que na pilha de Daniell os resultados são satisfatórios para equipamentos que exigem baixas correntes elétricas”. A partir dessa percepção, com o passar dos anos, e até hoje, se evidencia a alarmante quantidade

de dispositivos eletrônicos de pequeno porte, um crescimento alimentado pela tecnologia, cada vez mais avançada.

A diferença entre pilhas e baterias é que nas pilhas existem dois eletrodos e nas baterias existem vários eletrodos e uma voltagem maior, dado que essas são formadas de um conjunto de pilhas agrupadas. De acordo com Bocchi, Ferracin e Biaggio (2002, p. 6) “o termo *pilha* deveria ser empregado para se referir a um dispositivo constituído unicamente de dois eletrodos e um eletrólito³, arranjados de maneira a produzir energia elétrica”. E as baterias, segundo esses autores, são constituídas de um conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelas, conforme a figura 9.

Figura 9. Agrupamentos de Pilhas ou Baterias



Fonte: Sociedade Brasileira de Química (<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>, 2024)

Nos últimos anos a produção de pilhas e baterias aumentou de maneira sem precedentes, e em especial, pilhas e baterias cada vez menores para atender uma demanda tecnológica que não para de crescer. E este fato vem chamando a atenção referente ao potencial que esses dispositivos têm em contaminar o meio ambiente, quando descartados inadequadamente (Silva, Royer, Zanata, 2022).

E essa é uma questão que precisa ser tratada no ensino de Química. Portanto, considerando que nesta pesquisa adotou-se a abordagem CTSA e pressupostos da PHC a partir do descarte incorreto de pilhas e baterias como prática

³Que pode ser sólido, líquido ou pastoso. “Os eletrólitos são formados por soluções de sulfato de cobre e sulfato de zinco (Paniagua (2022, p. 13)).

social, discute-se o que tem sido produzido na literatura acerca da articulação dessas diferentes perspectivas de ensino.

2.5 ABORDAGEM CTSA, PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA, DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS E ELETROQUÍMICA: O QUE DIZEM ALGUMAS PESQUISAS SOBRE A ARTICULAÇÃO DESSAS PERSPECTIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA?

Publicações sobre a Abordagem CTSA, a PHC, o descarte de pilhas e baterias e o ensino de Eletroquímica no ensino de Química são apresentadas na literatura da área. Nesse sentido, com vistas a conhecer tais produções, foram mapeadas algumas publicações a partir de uma revisão da literatura não sistemática.

Para isso, foi delimitado o período de cinco anos entre os anos de 2017 a 2023. Para o mapeamento das produções consideramos como base de dados o Portal de Periódicos da CAPES, o SCIELO, o Google Acadêmico e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDBTD). Foram considerados para a discussão oito trabalhos. Foram lidos os resumos desses trabalhos e, em seguida, realizada a leitura na sua íntegra.

O trabalho de Silva (2019) é intitulado “Experimentação no ensino de química: um enfoque histórico-crítico”. A autora desenvolveu o estudo buscando focar de maneira expressiva sobre a química consolidada no trabalho experimental, envolvendo “conhecimentos químicos, produzidos historicamente pela humanidade e que fora baseada em experimentos” (Silva, 2019, p. 34). O estudo ressaltou que a experimentação na perspectiva da pedagogia histórico-crítica, quanto mais cedo for explorada, desde a educação infantil até o ensino médio, pode viabilizar aos alunos uma melhor assimilação dos conteúdos científicos que envolvem essa disciplina.

Medeiros e Silva Júnior (2019), por sua vez, analisaram publicações voltadas às “Principais propostas do processo de ensino e aprendizagem da eletroquímica no período de 2007 a 2017 no Brasil”. Como resultado, os autores destacam que diferentes abordagens para o ensino da Eletroquímica facilitam a aprendizagem dos estudantes. Especialmente, a partir da atividade experimental. Esta pesquisa também destacou estudos que abordaram as pilhas e baterias e as consequências ambientais do descarte inadequado desses dispositivos.

Além disso, os autores afirmam que no campo do ensino da Química e suas diversas áreas, “ações didáticas, sociais e culturais, vêm sendo desenvolvidas através de diferentes pesquisas, cujas possibilidades ou propostas debatidas têm o intuito de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem” (Medeiros; Silva Júnior, 2019, p. 42). Segundo os autores, outros trabalhos destacam metodologias que são importantes vetores estratégicos para o ensino da Química, como por exemplo: o uso da experimentação, contextualização com a realidade de cada indivíduo, seja através de estratégias que utilizam Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) ou com abordagens de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), dentre outras.

Rodrigues *et al.* (2019), por sua vez, discutem sobre o ensino da Eletroquímica, por meio da discussão sobre pilhas e baterias, tendo como ações o desenvolvimento de oficinas pedagógicas com foco na abordagem CTSA com estudantes do Ensino Médio. A pesquisa revelou que as abordagens a partir de oficinas temáticas contribuem satisfatoriamente para a construção do conhecimento de uma forma menos complexa no entendimento dos estudantes. Segundo os autores, foi percebido que “a reflexão sobre a prática é de extrema importância e que a partir dela é possível desenvolver atividades diferenciadas que proporcionam resultados significativos no ensino de Química”, pois abordagens como estas facilitam a compreensão e interpretação de conceitos norteadores da Química (Rodrigues *et al.*, 2019, p. 37).

O trabalho de Dorneles (2021) foi desenvolvido no programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), com o título “Processos eletroquímicos de corrosão e abordagem CTSA: construção de uma sequência didática no Ensino Médio”. A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de potencializar a aprendizagem da disciplina de Química, considerado que a abordagem dessa disciplina muitas vezes, sob a visão dos estudantes, é reconhecida com dificuldade, seja nas equações ou mesmo na nomenclatura de alguns termos utilizados. Para Dorneles (2021), diferentes metodologias podem ser utilizadas como estratégias para aproximar o estudante dos temas explorados em disciplinas vistas por eles como desafiadoras.

Desta forma, Dorneles (2021) trouxe a abordagem CTSA e o ensino por investigação para explorar o processo de corrosão, um fenômeno químico bem conhecido pelos alunos e de boa explanação dentre eles, “já que é um fenômeno

químico que, também, pode ocorrer de forma espontânea, e isso faz com que esteja presente em nosso cotidiano podendo trazer danos a materiais que influenciam diretamente nosso dia-a-dia, e esses danos acabam exigindo manutenção constante [...]” (Dorneles, 2021, p. 15).

Para esta autora, por se tratar de um fenômeno mais conhecido pelos estudantes que pode ser observado a partir de estruturas metálicas, “torna-se um tema importante para ser trabalhado em sala de aula” dando oportunidade para professores fazerem uma “abordagem de diversos conteúdos de Química, tais como reações químicas, oxirredução, cinética química, concentração e eletroquímica” (Dorneles, 2021, p. 15). O objetivo da pesquisa em tela foi de produzir uma sequência didática a partir da abordagem CTSA e do ensino por investigação, trabalhando como conteúdo a corrosão de forma contextualizada e significativa para os alunos.

De acordo com Dorneles (2021, p. 67) a sequência didática teve uma boa aceitabilidade por parte dos estudantes, uma vez que lhes facilitou a compressão, partindo do ponto de que a abordagem da corrosão utilizou como título a “corrosão atmosférica” ao se considerar o “elevado índice de poluição atmosférica provocada pela presença de indústrias e o grande volume de veículos automotivos”, o que viabiliza “a ocorrência de chuva ácida” intensificando e acelerando o processo de corrosão. Partindo deste ponto, foram planejadas e executadas aulas com “atividade experimental, aulas expositivas e dialogadas nas quais o objetivo foi o de desenvolver uma aprendizagem com mais significado para poder auxiliar na construção de um indivíduo crítico e reflexivo” (Dorneles, 2021, p. 16).

No trabalho de Silva (2023) intitulado “Ensino de Química, fundamentado na Investigação Temática na perspectiva da Educação Problematicadora de Paulo Freire e integrada à Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) na Educação Básica à luz da Investigação Temática”, foram ressaltadas três contribuições significativas envolvendo a Educação Problematicadora e a Educação CTSA no ensino de Química na Educação Básica, a) o ensino de Química a partir da realidade; b) o ensino de Química como instrumento de análise crítica da realidade; e c) o ensino de Química como ferramenta de transformação da realidade.

Como resultado o autor evidenciou a importância da integração entre o conhecimento científico e as dimensões sociais, uma vez que, situações da

realidade dos indivíduos são tratadas como ferramentas de grande potencial na aprendizagem, trazendo também para os educadores a conscientização:

Quanto à necessidade de incorporar questões orientadoras fundamentadas no estudo da realidade em todos os componentes curriculares, permitindo que os educandos tenham acesso a uma educação emancipatória, habilitando-os a tomar decisões informadas e desenvolver uma consciência crítica (Silva, 2023, p. 10).

Silva (2023) destaca, assim como as outras pesquisas citadas, que é de grande importância a interação dos estudantes com o conteúdo apresentado e a forma de abordagem do conhecimento científico na promoção da aprendizagem, principalmente a aprendizagem de ciências como a Química, que para muitos estudantes parece ser complexa. Essa integração de conhecimentos científicos e dimensões sociais proporciona uma compreensão mais abrangente acerca dos conteúdos didáticos (Silva, 2023).

Fazendo uma análise dos trabalhos discutidos, pode-se dizer que, quanto aos trabalhos que envolveram a abordagem CTSA e a Eletroquímica, obteve-se como resultados a compreensão de conceitos químicos abordados (Rodrigues *et al.*, 2019, p. 37) e a contribuição de temas que fazem parte do cotidiano dos estudantes (Dorneles, 2021). Portanto, para esta dissertação espera-se que a abordagem do descarte incorreto de pilhas e baterias, por fazer parte do cotidiano dos estudantes, possibilite a compreensão dos estudantes dos conteúdos químicos trabalhados.

Quanto às publicações sobre o ensino de Eletroquímica, é destacado que diferentes abordagens para o ensino da Eletroquímica facilitam a aprendizagem dos estudantes (Medeiros; Silva Júnior, 2019). E esse resultado repercute nesta dissertação considerando que para o ensino da Eletroquímica/Pilhas as abordagens didático-pedagógicas serão a abordagem CTSA e a PHC.

Sobre o trabalho que investigou a abordagem CTSA (Silva, 2023), destaca-se como resultado a integração entre os conhecimentos científicos e dimensões sociais para uma compreensão mais ampla dos estudantes. O que no caso desta pesquisa, busca-se integrar o conteúdo de Pilhas à dimensão científica, tecnológica, social e ambiental relativa ao descarte incorreto de pilhas e baterias.

E quanto à publicação que investigou a experimentação no ensino de Química a partir da PHC (Silva, 2019, p. 34), tem-se como resultado que a PHC pode viabilizar uma melhor assimilação dos conteúdos químicos. Entretanto, nesta

pesquisa, entende-se que a PHC, enquanto abordagem pedagógica, pode contribuir na compreensão de práticas sociais, como é o caso do descarte incorreto de pilhas e baterias, para além da apropriação do conteúdo químico.

Por fim, a partir do mapeamento das respectivas produções, pode-se dizer que nenhum trabalho discutido articulou a abordagem CTSA, a PHC, o descarte de pilhas e baterias e a Eletroquímica/Pilhas. Esse resultado foi um dos fatores percebidos como um desafio a ser enfrentado, que pode justificar o desenvolvimento desta pesquisa em tela.

3 DESENHO METOLÓGICO DA PESQUISA

Neste tópico aborda-se a pesquisa e seus aspectos metodológicos, discutindo de forma peculiar sobre o tipo da pesquisa, o contexto e os participantes da pesquisa, as etapas metodológicas, aspectos éticos, os instrumentos da pesquisa e o produto educacional.

3.1 TIPOS DA PESQUISA

Essa pesquisa é qualitativa, conforme o entendimento de Minayo (2008), ao tratar de um estudo que envolve temas de relevância social, construção de reflexões, aspirações, crenças e valores e produção de conhecimento, os quais podem influenciar nas produções científicas bem como nas contribuições para o contexto social.

As pesquisas de caráter qualitativo normalmente estão envolvidas com questões particulares sobre temas de relevância social. São pesquisas que estão inseridas em um nível de realidade sob o olhar social (Minayo *et al.*, 2010).

Adicionalmente, foi adotada a pesquisa do tipo Intervenção. De acordo com Gil (2010) esse tipo de pesquisa apresenta como finalidade a contribuição para solução de determinados problemas práticos. Ou seja, são dificuldades que, a partir de uma conscientização e aplicabilidade do conhecimento na prática, podem ser resolvidas e trazer outros benefícios com ampliação do conhecimento.

As pesquisas do tipo intervenção são chamadas por Robson (1995) como estudos pertencentes ao mundo real, por envolverem de forma direta abordagens sobre e com pessoas em ambientes abertos, diferentes de laboratórios. Para o autor, estas pesquisas aplicadas apresentam grande potencial, por viabilizarem tomadas de decisões acerca de mudanças nas práticas educacionais, promover realinhamentos, melhores ajustes em sistemas de ensino, bem como, avaliar outros sistemas inovadores.

Entre as pesquisas de Intervenção, optou-se pela pesquisa do tipo Intervenção Pedagógica. Nas pesquisas do tipo Intervenção Pedagógica, é importante destacar que a “intenção é descrever detalhadamente os procedimentos realizados, avaliando-os e produzindo explicações plausíveis, sobre seus efeitos, fundamentadas nos dados e em teorias pertinentes” (Damiani *et al.*, 2013, p. 3).

Essas informações coletadas de diferentes instrumentos produzem conteúdos validados, com qualidade, inerentes às pesquisas qualitativas.

Segundo Damiani *et al* (2013), nos relatórios das pesquisas do tipo Intervenção Pedagógica é necessário que sejam apresentados o método e os achados da pesquisa. Quanto ao método, ele é dividido em dois tipos: método da intervenção (método de ensino) e o método da avaliação da intervenção (método de pesquisa propriamente dito). O método da intervenção “[...], deve abordar o método de ensino aplicado, justificando a adoção das diferentes práticas específicas planejadas e implementadas” e o método de avaliação da intervenção tem como objetivo “[...] descrever os instrumentos de coleta e análise de dados utilizados para capturar os efeitos da intervenção (Damiani *et al*, 2013, p. 62).

Ainda segundo esses autores, a avaliação da intervenção pode ser dividida em duas categorias: 1. achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes; e 2. achados relativos à intervenção propriamente dita.

Nesta pesquisa, atendendo aos objetivos específicos propostos, foram consideradas as duas categorias de achados. Quanto aos achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes, efeitos voltados para o descarte incorreto de pilhas e baterias e para conceitos do conteúdo de Eletroquímica, em especial o conceito de Pilhas, buscou-se: 1) identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias em seus aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais; e 2) analisar reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias considerando dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais.

Quando aos achados relativos à intervenção propriamente dita, buscou-se avaliar contribuições e limitações da intervenção pedagógica do ponto de vista da abordagem CTSA e da PHC.

Isso porque, segundo Damiani *et al* (2013, p. 63):

Os achados, relativos à avaliação da intervenção propriamente dita, enfocam a análise da(s) característica(s) da intervenção responsável(eis) pelos efeitos percebidos em seus participantes. Tal análise discute os pontos fracos e fortes da intervenção, com relação aos objetivos para ela traçados e, caso se aplique, julga as modificações que foram introduzidas durante seu curso, frutos das constantes reflexões realizadas durante o processo interventivo (Damiani *et al.*, 2013, p. 63).

3.2 CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma turma de uma Escola de Referência do Ensino Médio situada no Bairro do Espinheiro, que atende estudantes do 1º ano ao 3º ano. Cada série é constituída por três turmas A, B e C, computando um total de aproximadamente 360 estudantes.

A escolha do contexto da pesquisa se deu mediante o fato da professora-pesquisadora, autora dessa dissertação, ministrar aulas na respectiva escola desde agosto de 2021. A escola apresenta em sua estrutura física um laboratório, sendo possível desenvolver experimentos com os estudantes.

Mais especificamente, a pesquisa foi desenvolvida dentro da Unidade Curricular (UC) “Tratamento de Resíduo Orgânico” e aplicada durante o segundo semestre de 2024. Esta UC está inserida na trilha “Meio Ambiente e Sociedade”, a qual apresenta uma vasta abordagem de temas que podem ser tratados em sala de aula, bem como os danos causados ao meio ambiente, como por exemplo, aqueles decorrentes do descarte incorreto de pilhas e baterias. Esta UC tem um material de apoio ao docente estruturado nos focos pedagógicos dos:

Eixos estruturantes Processos Criativos e Mediação e Intervenção Sociocultural, levando também, em consideração, inicialmente, as habilidades do eixo estruturante “Investigação Científica”, estimulando a curiosidade científica, no trato das questões ambientais, enquanto elemento fundamental para despertar o interesse e mobilizar os/as estudantes para o desenvolvimento das habilidades específicas (Pernambuco, 2023, p.8).

Ao explorar esses eixos, os estudantes são estimulados a assumirem o protagonismo a partir da compreensão “das questões ambientais, em especial, com relação aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), e de busca de soluções que atendam a atuação na sociedade em que está inserido de forma propositiva” (Pernambuco, 2023).

Os participantes da pesquisa foram 40 estudantes da 2ª série do Ensino Médio, com faixa etária 15 a 18 anos, matriculados na UC Tratamento de Resíduo Orgânico. Contudo, nem todos alunos participaram de todos os momentos da intervenção pedagógica.

É importante ressaltar que do quantitativo de alunos, apenas 32 responderam aos questionários. Outra observação é o fato das quatro estudantes que escreveram

cartas para o prefeito da cidade do Recife terem sido identificados com os seguintes nomes fictícios: Redução, Oxidação, Pilha e Bateria.

3.3 ETAPAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA

A pesquisa seguiu quatro etapas metodológicas: 1ª etapa - elaboração da intervenção pedagógica fundamentada em pressupostos da abordagem CTSA e da PHC com foco no descarte incorreto de pilhas e baterias e no conteúdo escolar Eletroquímica, em especial, o conteúdo de Pilhas; 2ª etapa - aplicação da intervenção pedagógica em uma turma da 2ª série do Ensino Médio; 3ª etapa - organização e análise dos dados; e 4ª etapa - elaboração do produto educacional.

1ª Etapa: Elaboração da intervenção pedagógica fundamentada em pressupostos da abordagem CTSA e da PHC com foco no descarte incorreto de pilhas e baterias e no conteúdo escolar Eletroquímica, em especial, o conteúdo de Pilhas

A intervenção pedagógica foi fundamentada em pressupostos da abordagem CTSA. Ou seja, as atividades foram propostas considerando o envolvimento das dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais relativas ao descarte incorreto de pilhas e baterias. De modo geral, buscou-se, a partir da intervenção pedagógica, possibilitar aos estudantes “[...] o uso do conhecimento científico para intervenção no contexto social (Firme; Teixeira, 2011, p. 294), mais especificamente, para intervenção quanto ao uso e descarte incorreto de pilhas e baterias.

Além disso, a intervenção pedagógica foi constituída por quatro momentos didáticos interdependentes e articulados: momento 1 - introdução da prática social “O descarte incorreto de pilhas e baterias”; momento 2 - problematização da respectiva prática social; momento 3 - instrumentalização do conteúdo Pilhas; e momento 4 - retomada à prática social. Esses momentos foram baseados em quatro, das cinco categorias dialéticas (ou momentos) propostas por Saviani (2015) para a PHC, as quais são: prática social inicial; problematização; instrumentalização; e prática social final.

Vale ressaltar que, segundo este autor, essas categorias não constituem uma sequência rígida e são articuladas dialeticamente. A catarse, como “o ponto

culminante do processo pedagógico, quando ocorre a efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados em elementos ativos de transformação social” (Saviani, 2015, p. 37), não foi considerada como um momento didático da intervenção pedagógica, visto que a apropriação do tema e dos conteúdos abordados pelos estudantes poderia ocorrer em todos os momentos didáticos, ou seja, processos catárticos poderiam ocorrer do momento 1 ao momento 4 no contexto da respectiva intervenção pedagógica.

Os momentos 1, 2, 3 e 4 foram aplicados no tempo de 100 minutos, que corresponde ao tempo de 2 horas/aulas, contemplando 200 minutos de intervenção pedagógica.

No quadro 1 é ilustrada a intervenção pedagógica elaborada para o desenvolvimento desta pesquisa.

Quadro 1: Intervenção pedagógica com abordagem CTSA à luz da PHC

Momentos didáticos a luz da PHC	Objetivos de ensino	Conteúdos	Atividades	Dimensões CTSA
<p>Momento 1</p> <p>Introdução da prática social</p> <p>- O descarte incorreto de pilhas e baterias</p>	<p>Apresentar a prática social “O descarte incorreto de pilhas e baterias”.</p> <p>Identificar concepções prévias dos estudantes sobre: descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre pilhas e baterias, para que servem, como funcionam, como são descartados esses dispositivos.</p>	<p>Pilhas e baterias, tipos de pilhas e baterias, descarte incorreto de pilhas e baterias.</p>	<p>Exibição de vídeo: “Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros” (disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=u56a5faG2Lg), de 25min. e 55s.</p> <p>Debate sobre as formas de evitar os problemas ocasionados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias.</p> <p>Aplicação de questionário sobre descarte incorreto de pilhas e baterias, pilhas e baterias, para que servem, como funcionam, como são descartados esses dispositivos.</p>	<p>Científica; Social; Ambiental.</p>

<p>Momento 2</p> <p>Problematização da prática social</p>	<p>Abordar sobre os efeitos nocivos que as pilhas e baterias causam ao meio ambiente quando descartadas incorretamente.</p> <p>Sensibilizar sobre os problemas ambientais causados pelo descarte incorreto dessas pilhas e baterias.</p> <p>Estimular a apropriação de conhecimentos para equacionar a problematização do descarte de pilhas e baterias.</p>	<p>Descarte de pilhas e baterias e os efeitos nocivos ao meio ambiente.</p>	<p>Retomada da exibição do vídeo.</p> <p>Debater sobre os efeitos nocivos ao meio ambiente do descarte incorreto das pilhas e baterias.</p>	<p>Social; Ambiental</p>
<p>Momento 3</p> <p>Instrumentalização do conteúdo Pilhas</p>	<p>Abordar os conteúdos químicos relativos às pilhas e baterias.</p> <p>Propiciar a apropriação dos conteúdos químicos relativos às pilhas e baterias.</p>	<p>Eletroquímica</p> <p>Pilhas e baterias.</p>	<p>Aula expositiva dialogada.</p> <p>Atividade experimental.</p>	<p>Científica Tecnológica</p>
<p>Momento 4</p> <p>Retomada à prática social.</p>	<p>Promover o desenvolvimento de uma nova postura sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias.</p> <p>Contribuir para a consolidação de uma compreensão mais ampla do descarte de pilhas e baterias a nível de coletividade e do papel de cada indivíduo nessa prática social.</p>	<p>Descarte adequado de pilhas e baterias.</p> <p>Descarte</p>	<p>Produção de uma carta às autoridades do poder público alertando sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias.</p> <p>Apresentação de seminários sobre o descarte de pilhas e baterias e ações que podem ser desenvolvidas, como o uso correto dos coletores e pilhas instalados na escola e a coleta de pilhas e baterias em suas residências</p> <p>Aplicação do questionário 2.</p>	<p>Científica; Tecnológica; Social; Ambiental.</p>

Fonte: Autora (2023).

2ª Etapa: Aplicação da intervenção pedagógica elaborada

Após a elaboração da intervenção pedagógica, ela foi aplicada em horário curricular da escola com uma turma da 2ª série do Ensino Médio.

3ª Etapa: Organização e análise dos dados

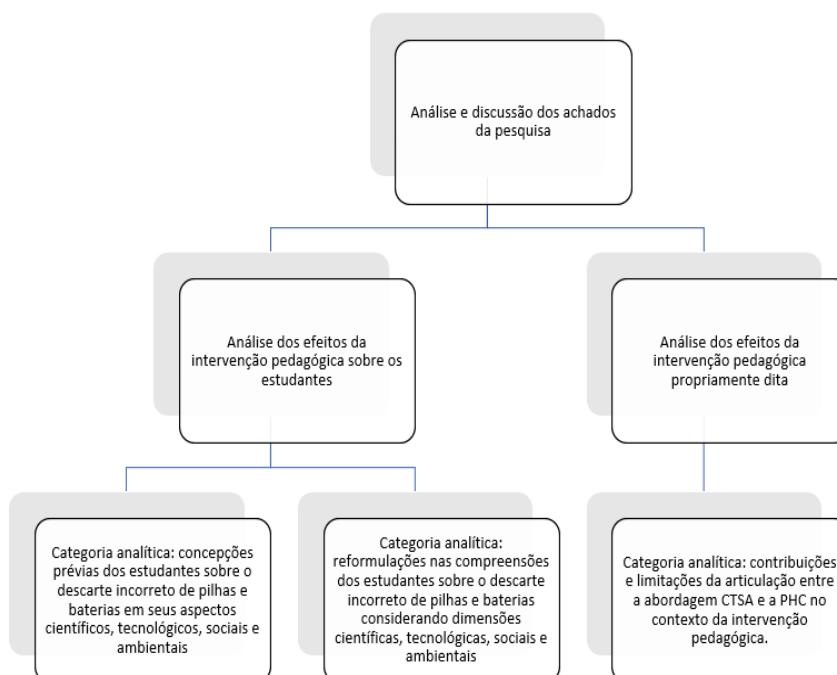
Os dados produzidos e analisados foram organizados em dois blocos, considerando pressupostos da pesquisa do tipo Intervenção Pedagógica proposta por Damiani *et al* (2013): os achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes (1º bloco de análise e discussão) e achados relativos à intervenção propriamente dita (2º bloco de análise e discussão).

Para as análises e discussão dos achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes (1º bloco), consideraremos como categorias analíticas: concepções prévias dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias em seus aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais; e evoluções nas compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias considerando dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais.

Para as análises e discussão dos achados relativos à intervenção propriamente dita (2º bloco) consideramos tanto as dimensões da abordagem CTSA como categorias analíticas os cinco momentos interdependentes e articulados da PHC: prática social inicial; problematização; instrumentalização; catarse e prática social final (Saviani, 2015).

Na figura 10 ilustra-se o movimento analítico desenvolvido nesta pesquisa.

Figura 10: Movimento analítico dos achados da pesquisa



Fonte: Autora (2023).

3.4 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

A natureza do estudo demanda cuidados peculiares. Desta forma, consideramos como fundamento ético desta pesquisa os termos das Resoluções nº 466 de 2012 e nº 510 de 2016 do Conselho Nacional de Saúde, onde estão determinados cautelosos critérios sobre estudos envolvendo seres humanos.

Dentre esses critérios está a necessidade da submissão deste projeto de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa. Portanto, o projeto de pesquisa, após aprovado no exame de qualificação, foi submetido ao Comitê de ética em Pesquisa da UFRPE por meio da Plataforma Brasil. O projeto foi aprovado sob o Parecer n. 6.931.341 e CAAE 79249724.2.0000.9547-3.

Todos os estudantes participantes da pesquisa estavam cientes da garantia de sua participação voluntária e anônima, preservando-se todas as informações prestadas, de modo que seja fundamentalmente preconizada a inteira confidencialidade dos dados. Também foram informados que a pesquisa a ser

desenvolvida não oferecia riscos ou prejuízos para eles. Os estudantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A).

3.5 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Para essa pesquisa, foram utilizados diferentes instrumentos de pesquisa: gravações em áudio do 1º debate; questionários *google forms*; ficha da atividade experimental; cartas às autoridades do poder público alertando sobre o descarte irregular de pilhas e baterias, elaboradas pelos estudantes; e registros dos seminários.

Esses instrumentos e suas respectivas relações com os objetivos específicos propostos nesta pesquisa estão descritos no quadro 2.

Quadro 2: Relação entre instrumentos de pesquisa e os objetivos específicos

Objetivos específicos	Instrumentos de pesquisa
Identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias em seus aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais.	Gravações em áudio do 1º debate. Questionário <i>Google Forms</i> (PARTE 1)
Analisar reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias considerando dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais.	Ficha da atividade experimental Carta às autoridades do poder público alertando sobre o descarte irregular de pilhas e baterias, elaboradas pelos estudantes. Seminários Questionário <i>Google Forms</i> (PARTE 2)
Avaliar contribuições e limitações da intervenção pedagógica para a abordagem CTSA e a PHC.	Gravações em áudio do 1º debate. Questionário <i>Google Forms</i> Ficha da atividade experimental Carta às autoridades do poder público alertando sobre o descarte irregular de pilhas e baterias, elaboradas pelos estudantes. Seminários Questionário <i>Google Forms</i> (PARTE 2)

Fonte: Autora (2023).

O questionário pelo *Google Forms*, um dos instrumentos da pesquisa, foi composto de 10 (dez) perguntas abertas, onde as primeiras 5 (cinco) perguntas têm como objetivo identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre conceitos do conteúdo de Eletroquímica, considerando que eles vivenciaram as atividades de exibição de vídeo e do debate

sobre as formas de evitar os problemas ocasionados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias.

As cinco primeiras perguntas do Questionário *Google Forms* (PARTE 1) foram:

1. Como as pilhas e baterias podem ser classificadas em termos de composição e impacto ambiental?
2. Quais são os principais impactos ambientais do descarte incorreto de pilhas, baterias e materiais eletrônicos?
3. Quais são os riscos para a saúde humana associados ao manuseio inadequado de pilhas e baterias?
4. Quais as substâncias tóxicas estão presentes em pilhas e baterias e como podem afetar o meio ambiente?
5. Como as regulamentações locais e globais abordam o descarte e reciclagem de pilhas e baterias?

As outras 5 (cinco) questões do Questionário *Google Forms* (PARTE 2), estão ligadas à sensibilização a respeito das ações de prevenção. Elas foram voltadas para ações que devem ser tomadas como meios de preservação e diminuição dos danos causados por esse tipo de descarte, tanto no aspecto individual (cada pessoa) como no aspecto coletivo (organizações, empresas, indústrias, etc.).

6. Qual é a importância da reciclagem de pilhas e baterias para a preservação dos recursos naturais?
7. Quais são as alternativas sustentáveis para o descarte de pilhas e baterias?
8. Quais são os métodos seguros e eficazes de descarte de pilhas e baterias em casa?
9. Como as empresas estão trabalhando para tornar suas pilhas e baterias mais sustentáveis e fáceis de reciclar?
10. Como a conscientização pública pode ser aumentada para promover o descarte responsável de pilhas e baterias?

3.6 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional associado a esta dissertação um E-book intitulado “**O descarte de pilhas e baterias como prática social no contexto do ensino de**

Química fundamentado na Abordagem CTSA e na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC)”.

O respectivo produto educacional (Apêndice C) foi constituído dos seguintes tópicos: capa, folha de rosto, sumário, apresentação do produto educacional aos professores de Química, introdução abordando a questão do descarte de pilhas e baterias, discussão teórica sobre a abordagem CTSA e PHC, apresentação da intervenção pedagógica, discussão dos resultados da pesquisa organizada a partir de tópicos (esses tópicos serão associados aos objetivos específicos da pesquisa) e considerações aos professores de Química. Na figura 11, está ilustrada a capa do respectivo produto educacional:

Figura 11: Capa do produto educacional



Fonte: Autora (2023).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa estão organizados, apresentados, discutidos e analisados considerando-se os achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes e achados relativos à intervenção propriamente dita (Damiani *et al.*, 2013).

Partindo desse ponto, quanto aos achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes, inicialmente, foram discutidas e analisadas as concepções prévias dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias em seus aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, e em seguida, foram discutidas e analisadas as reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias considerando dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais.

Posteriormente, em relação aos achados relativos à intervenção propriamente dita, foram analisadas e discutidas contribuições e limitações da intervenção pedagógica para a abordagem CTSA e a PHC.

4.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES SOBRE O DESCARTE INCORRETO DE PILHAS E BATERIAS EM SEUS ASPECTOS CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS, SOCIAIS E AMBIENTAIS

No momento 1 da intervenção pedagógica, inicialmente, a prática social “O descarte incorreto de pilhas e baterias” foi apresentada aos estudantes através de um vídeo intitulado “Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros” (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=u56a5faG2Lg>). O respectivo vídeo mostra o grave cenário provocado pelo descarte incorreto de pilhas e baterias, evidenciando a grande preocupação do Programa de Meio Ambiente Nacional. As imagens e informações apresentadas aos estudantes por meio do vídeo provocaram um momento de reflexão e discussão em sala de aula.

Em seguida, foi aberto um debate com os estudantes organizados em sete grupos, a partir das conclusões deles sobre o conteúdo do vídeo. As respostas dos grupos neste debate foram registradas por gravação em áudio ou escritas em folha de papel. O debate foi conduzido a partir da seguinte questão: qual a sua visão sobre o descarte inadequado de pilhas e baterias?

Nos quadros 3, 4, 5, 6,7,8 e 9 estão transcritas as colocações dos grupos para esta questão. Isso porque há quatro situações diferentes relativas às respostas dos grupos: respostas apresentadas por cada estudante do grupo (Grupo 1); respostas representativas do grupo como todo (Grupos 2 e 5); respostas de alguns dos estudantes dos grupos (Grupo 3); e resposta do grupo para qual cada estudantes foi responsável por uma parte (Grupos 4, 6 e 7).

Quadro 3 - Posicionamentos de todos os estudantes do Grupo 1.

E 1	Pode ter várias consequências no meio ambiente da gente como botar substâncias químicas como manganês, substancias tóxicas que podem fazer muito mal a nossa saúde, pode afetar muito o rio, quando se joga uma pilha lá indevidamente, essa substancia vai para o mar e vai acabar contaminando de uma forma mais abrangente. Acho que essas orientações tem que ser expandido velho, porque assim, a gente vê muito as pessoas normalmente só jogam no lixo né sendo que não pode ser assim né, tem que descartar do jeito certo né!
E 2	A gente tem que ter um lugarzinho para descartar as pilhas devidamente em cada lugar porque se tu andar por aí, tu não vai ver um lugar certo. Assim tem que expandir esses lugares para o descarte. Muita gente fala sobre o descarte de pilha e tipo, a gente não pode jogar fora de qualquer jeito, mas as mesmas pessoas que falam que a gente tem que descartar de um jeito certo não demonstra como a gente tem que descartar e não dá oportunidade a gente de descartar do jeito certo pode, mas não aparece não aparece alguém para colocar do jeito certo melhorar isso para todo mundo.
E 3	Também tem a questão das explosões né, que tem bateria e acaba fazendo com que com que as pessoas se machuquem. A gente tem essa falta de conscientização sobre a forma que descarta as pilhas e isso acaba influenciando também, tipo na saúde pública, porque querendo ou não, as pessoas com todas essas substâncias tóxicas, tipo isso tudo acaba fazendo com que a saúde das pessoas seja afetada.
E 4	Muito forte isso, porque muitas vezes, a gente tem a galera falando, tipo então descarte dessas coisas. Deveria ter uma campanha assim que te chamasse nesses lugares, aí conscientizasse, tipo a prefeitura. Muita gente não repara é que hoje em dia a gente só usa esses aparelhos que tem pilha que tem bateria, mas a gente também não pensa o quanto a gente tá gastando, porque por exemplo a gente tá usando alguma pilha em algum momento, assim hoje em dia já existem locais que trabalham com materiais de bateria que trabalha das pessoas que vão lá para consertar um relógio, para evitar que esse material nem o efeito ruim na natureza. Então é uma preocupação tão grande até porque a gente não usa tanto pilha e bateria quanto a gente usava antes né, até porque antigamente lá para 2005 não tinha uma preocupação com isso, e em quase tudo a gente usavam pilha, era o controle do jogo, da tv, de aparelhos de som... a gente viu no vídeo mostrando o resto de pilhas. A gente deve se preocupar tanto com esse descarte, deveria se falar mais sobre isso pra conscientizar nesse assunto, na escola, nos comerciais na TV realmente expandindo para um público maior, porque tem gente que realmente não sabe sobre isso. Deveria ter mais iniciativa da prefeitura, do governo sobre essa conscientização

Quadro 4 - Posicionamentos do Grupo 2

Grupo 2	<p>O descarte inadequado de pilhas e baterias é um problema ambiental grave, pois esses produtos contêm metais pesados e substâncias químicas perigosas como chumbo, mercúrio e cádmio. Esses elementos ao serem liberados no meio ambiente, podem causar a contaminação do solo, água e ar, provocando vários impactos na saúde de animais, plantas e seres humanos.</p> <p>Esse tipo de descarte inadequado é muito prejudicial, é um problema que envolve a saúde de todos, é um problema de saúde pública. O descarte de pilhas e baterias em aterros sanitários ou terrenos baldios seus componentes atingem o solo e os lençóis freáticos prejudicando toda cadeia em sua volta.</p> <p>Esse debate sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias é muito necessário, pois desperta para um esforço conjunto, sociedade, empresas e governantes, afim de resolver o problema. O impacto do descarte é grande e duradouro, tornando essencial investimentos em políticas públicas e em educação para promover um descarte seguro, sustentável e responsável</p>
---------	--

Quadro 5 - Posicionamentos de estudantes do Grupo 3

E 1	<p>E as empresas deveriam se conscientizar e fazer pilhas ou baterias mais duradouras porque conforme você vai usando uma coisa que de má qualidade que acaba rápido e tal acaba que você tem muito mais desperdício e descarte desses elementos. Sabe que fazem mal para o meio ambiente, então eu acho que algumas empresas visam apenas o lucro desses eletrônicos em geral fazendo pilhas que duram pouco. Sendo que na verdade vai aumentar os descartes e consequentemente vai influenciar no meio acabam estragando muito rápido e isso influencia né de uma forma como a gente vai usar tanto que hoje em dia algumas marcas como a Panasonic estão fazendo pilhas mais duradouras, cinco vezes até algumas 20 vezes mais para que essas pilhas diminui a quantidade de fabricação. Eles aumentam a qualidade das pilhas, melhora o seu uso a sua durabilidade para que cada vez mais seja menor a quantidade de pilhas sendo descartadas de forma errada. ... as baterias também tanto as baterias de carro como de caminhão com tecnologia avançada para que dure mais tempo como o celular também para que não sejam descartadas incorretamente.</p> <p>Isso acontece com a Apple que já sai os programas dela. Mas também tem empresas tipo, é algo já programado na sua produção, fazem seus produtos para uma certa duração, como empresas de geladeiras e outros aparelhos domésticos, quebram e já vai ter que comprar outro, tipo as empresas só ganham com isso né. E vai colocando mais lixo para um planeta.</p>
E 2	<p>Bom dia, aqui é o grupo 3 e vamos falar sobre as pilhas e baterias que são elementos altamente tóxicos causadores de danos irreversíveis. A reciclagem não apenas ajuda a proteger o meio ambiente contra a contaminação por meio desses elementos químicos e substâncias químicas pesadas, é necessário separar esses materiais do restante do lixo doméstico da casa ou da empresa. Eles devem ser armazenados e que não receba diretamente a luz solar quando jogamos na de maneira incorreta no lixo podem contaminar o solo e os lençóis freáticos presentes na camada de ozônio, devem ser corretamente jogados em locais adequados.</p>

Quadro 6 - Posicionamentos de estudantes do Grupo 4

Grupo 4 Cada estudan te falou parte do áudio	O descarte incorreto das pilhas e baterias podem contaminar o solo afetando sua fertilidade e também pode chegar aos lençóis freáticos, afetando gravemente a água que consumimos. E também outro grande problema é que as pilhas e baterias de carros e celulares podem até causar explosões porque contém ácido sulfúrico e chumbo, por isso é importante a iniciação de campanhas para conscientização das pessoas, porém o grande problema é a falta de informação isso é o principal causador desses descartes errados.
---	--

Quadro 7 - Posicionamentos de estudantes do Grupo 5

Grupo 5 A respost a deste grupo foi escrita	Não podemos negar que as pilhas e baterias melhorou o dia a dia da humanidade. Mas também tanto as pilhas como baterias são tóxicas para os seres humanos e o meio ambiente, principalmente pelo descarte incorreto. Como soluções as formas de descarte correto, coletores disponíveis nas praças, parques, especialmente para a população de classe baixa.
--	--

Quadro 8 - Posicionamentos de estudantes do Grupo 6

Grupo 6 Cada estudan te falou parte do áudio	O descarte incorreto de pilhas e baterias no lugar lixo comum ou mesmo no meio ambiente é muito preocupante. Pelo vídeo que assistimos, vimos que a população é responsável por esses danos causados ao meio ambiente. Ficar jogando baterias e pilhas fora do lugar certo e sim no meio ambiente provoca muitos problemas, contamina rios, solo, isso é um absurdo você tem que descartar em lugar apropriado.
---	---

Quadro 9 - Posicionamentos de estudantes do Grupo 7

Grupo 7 Cada estudan te falou parte do áudio	<p>O grupo 7 vai debater sobre o vídeo que vimos, bom com isso é importante saber que todos precisam ter conscientização ao descartar as pilhas pois é um objeto muito perigoso como foi mostrado na reportagem guardando a pilha no lugar errado existe a grande possibilidade dela explodir, como foi mostrado.</p> <p>O descarte incorreto, direto no lixo comum pode contaminar o solo. É importante falar sobre a bateria dos carros e celulares como a gente viu na reportagem colocando o celular conectado no carregador tem grande possibilidade de explodir colocando em risco a vida do indivíduo. O descarte incorreto pode causar, ... é importante ter refis e adquirir produtos recicláveis que podem ser fabricados resistentes e duráveis.</p>
---	---

Considerando as respostas dos grupos e dos estudantes apresentadas nos quadros 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 observa-se que a maioria deles têm compreensões acerca dos problemas causados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias, tanto para o meio ambiente como para a saúde das pessoas (grupos 1, 2 e 5), bem como da

necessidade de educação das pessoas (grupo 1) e de ações da sociedade, empresas e governo visando educação das pessoas para um descarte seguro e o investimento de políticas públicas (grupo 2) e de responsabilidade da população em não descartar em locais incorretos (grupo 6). Além disso, alguns estudantes relacionam a problemática do descarte de pilhas e baterias aos produtos de baixa qualidade que têm pouca durabilidade, aumentando o descarte (grupo 3). E2 do grupo 3 compreende que as pilhas e baterias são constituídas por “[...] elementos altamente tóxicos causadores de danos irreversíveis [...]” que causam contaminação do solo e de lençóis freáticos e destaca a reciclagem e a separação de pilhas e baterias do lixo doméstico ou empresarial como formas de mitigar a problemática causada pelo descarte incorreto desses materiais. Outros aspectos colocados, além da contaminação do solo, foi a explosão desses materiais (grupos 4 e 7) e a disponibilidade de coletores para as pessoas de classe econômica baixa (grupo 5), além da necessidade de conscientização por parte das pessoas e fabricação de produtos recicláveis (grupo 7).

Portanto, quanto à visão dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias, os alunos mostraram conhecimento de que as pilhas e baterias podem trazer problemas para o meio ambiente e para a saúde das pessoas quando descartados incorretamente, como, por exemplo, à contaminação de lençóis freáticos e do solo.

Outro aspecto identificado no conjunto das concepções prévias dos estudantes foi relativo à: necessidade de conscientização e reflexão sobre a importância de um local específico para se fazer esse tipo de descarte, e para isso população, o governo e as empresas precisam assumir sua responsabilidade; a reciclagem e a separação de pilhas e baterias do lixo doméstico ou empresarial; e à fabricação de produtos recicláveis. Em conjunto, os estudantes pontuam soluções como políticas públicas e campanhas educativas mais abrangentes, afim de que a sociedade reconheça seu papel e promova ações sustentáveis, a reciclagem e os coletores postos em diversos ambientes sociais, especificamente em locais frequentados pela população de classe social mais baixa.

Dentre as concepções prévias dos estudantes, ainda foi mencionada a baixa qualidade e a pouca durabilidade de algumas pilhas e baterias, aumentando o descarte. Sobre essa questão o E 1 (grupo 3) menciona que:

[...] hoje em dia algumas marcas como a Panasonic estão fazendo pilhas mais duradouras, cinco vezes até algumas 20 vezes mais para que essas pilhas diminuam a quantidade de fabricação. Eles aumentam a qualidade das pilhas, melhora o seu uso e a sua durabilidade para que cada vez mais seja menor a quantidade de pilhas sendo descartadas de forma errada. ... as baterias também tanto as baterias de carro como de caminhão com tecnologia avançada para que dure mais tempo como o celular também para que não sejam descartadas incorretamente.

Em seguida ao debate, houve a aplicação do questionário *google forms* (PARTE 1). Os gráficos 1, 2, 3 e 4 ilustram as respostas dos estudantes para as cinco questões deste questionário.

Na primeira questão, foi solicitado: a) qual o conhecimento do participante quanto a composição das pilhas e baterias e; b) qual o impacto que esses componentes descartados de forma incorreta provoca o meio ambiente.

Os percentuais das respostas dos estudantes para esta questão estão ilustrados no gráfico 1.

Gráfico 1. Percentuais das respostas dos grupos quanto à composição das pilhas e baterias e ao impacto ambiental que estas provocam



Fonte: Autora (2025).

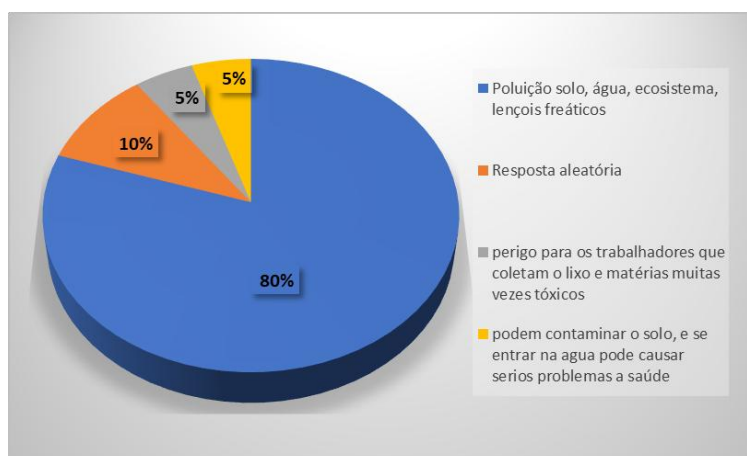
É observado no gráfico 1 que a maioria dos estudantes 11 deles (55%) responderam que a composição das pilhas e baterias é de compostos poluentes e perigosos, sendo prejudiciais e tóxicas. Entretanto, não indicaram diretamente impactos que esses produtos causam ao meio ambiente. Um outro grupo menor de cinco estudantes (25%) respondeu que a composição química das pilhas e baterias, era de zinco-carbono, não mencionando impactos ao meio ambiente. Outros dois estudantes (10%) pontuaram que a composição é ruim para a humanidade e para a

saúde ambiental, fazendo-se interpretar que esses são os impactos compreendidos por eles, sem responder a composição química das pilhas. Por fim, outros dois estudantes (10%) apresentaram respostas aleatórias que não estavam ligadas à questão 1.

Entretanto, para esta primeira questão, observa-se que os estudantes apresentam compreensões ainda limitadas quanto à composição química das pilhas. Apenas 25% dos estudantes responderam sobre a composição desses produtos. Enquanto que os demais não especificaram nenhuma composição química. Os estudantes tiveram mais facilidade para mencionar que as pilhas e baterias podem impactar o meio ambiente porque são poluentes, perigosas, prejudiciais, tóxicas, ruim para humanidade e saúde ambiental.

A segunda questão buscou compreender quais são os principais impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado desses materiais eletrônicos. Os percentuais das respostas dos estudantes para esta questão estão ilustrados no gráfico 2.

Gráfico 2. Percentuais das respostas dos grupos quanto aos principais impactos ambientais causados pelo descarte de pilhas e baterias.



Fonte: Autora (2025).

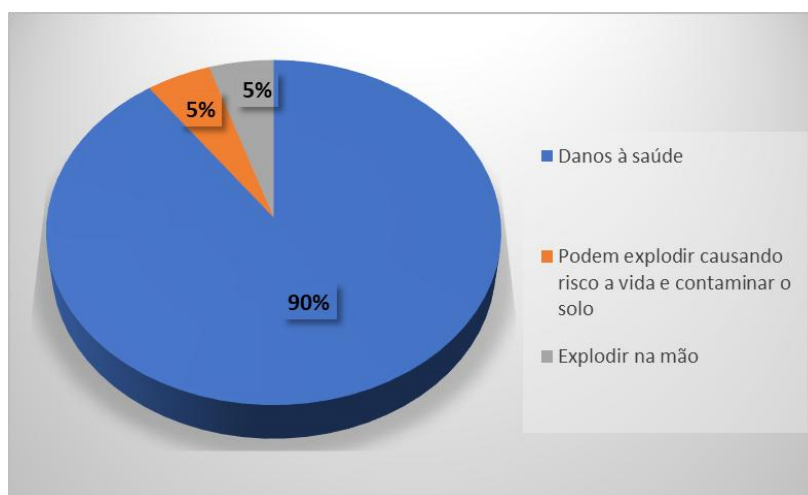
Sintetizando as respostas dos estudantes, conforme o gráfico 2, a maioria deles, ou seja, dezesseis estudantes (80%) responderam que os principais impactos ambientais são: a poluição do solo, da água, do ecossistema e dos lençóis freáticos.

Outros dois estudantes (10%) escreveram respostas aleatórias, sem conexão com a questão. Um estudante (5%) pontuou que esses materiais são perigosos para

profissionais que fazem a coleta de lixo por estarem expostos a materiais tóxicos. E outro estudante (5%) respondeu que além de contaminar o solo, esses materiais ao entrarem na água podem causar sérios problemas de saúde.

A terceira questão foi voltada aos riscos para a saúde humana associados ao manuseio inadequado de pilhas e baterias. Os percentuais das respostas dos estudantes para esta questão estão ilustrados no gráfico 3.

Gráfico 3. Percentuais das respostas dos grupos sobre quais os riscos para a saúde humana estão associados ao manuseio inadequado de pilhas e baterias?

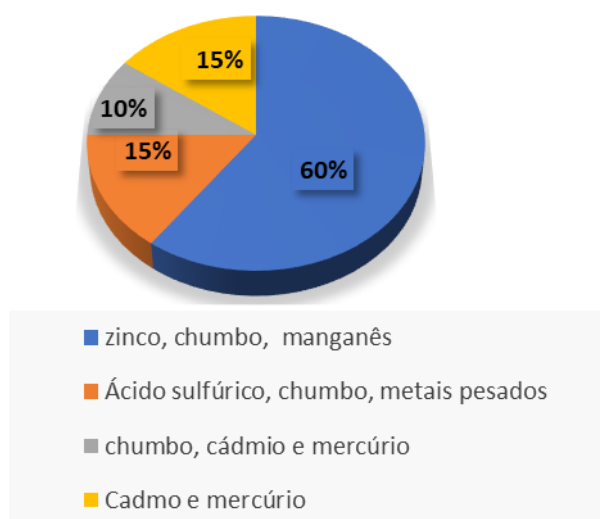


Fonte: Autora (2025).

Nesta questão, a maioria dos estudantes, ou seja, 18 deles (90%) destacou danos à saúde, sem detalhar quais são esses riscos. Um estudante (5%) respondeu que o risco pode ser uma explosão causando ferimento na mão. Outro estudante (5%) respondeu que a explosão causa risco à vida e contamina o solo. De modo geral, para esta questão os estudantes apresentaram respostas limitadas.

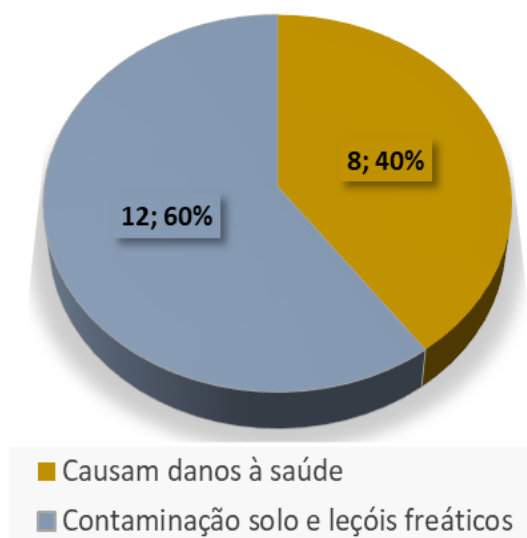
Quanto ao conhecimento dos estudantes sobre quais substâncias tóxicas estão presentes em pilhas e baterias e como podem afetar o meio ambiente, relativa à quarta questão, os percentuais das respostas dos estudantes para esta questão estão ilustrados em dois gráficos: 4 e 5.

Gráfico 4. Percentuais das respostas dos grupos sobre quais substâncias tóxicas estão presentes em pilhas e baterias.



Fonte: Autora (2025).

Gráfico 5. Percentuais das respostas dos grupos sobre como as substâncias tóxicas podem afetar o meio ambiente.



Fonte: Autora (2025).

Quanto às substâncias tóxicas presentes nas pilhas, o zinco, chumbo e o manganês estiverem presentes nas respostas de 12 estudantes, ou seja, a maioria deles (60%). Outras substâncias mencionadas como tóxicas foram o ácido sulfúrico, o chumbo e metais pesados indicados por três estudantes (15%), chumbo, cádmio e

mercúrio indicados por três estudantes (15%) e cádmio e mercúrio indicados por dois estudantes (10%).

E com relação ao segundo aspecto abordado na questão, sobre como as substâncias tóxicas presentes nas pilhas e baterias afetam o meio ambiente, doze estudantes (60%) responderam que pilhas e baterias causam danos à saúde e, os outros oito (40%) pontuaram que pilhas e baterias contaminam o solo e lençóis freáticos.

A quinta questão foi voltada às regulamentações locais e globais, como elas abordam o descarte e a reciclagem de pilhas e baterias. As respostas dos estudantes, o número de estudantes para cada respostas e os percentuais representativos das respostas estão escritos na tabela 1.

Tabela 1. Respostas referentes às regulamentações locais e globais, como elas abordam o descarte e a reciclagem de pilhas e baterias?

Respostas dos estudantes	Nº	%
Em locais indicados como shopping, farmácia, hospitais, etc.	15	75
Podem ser descartadas nos estabelecimentos que as comercializam ou nas assistências técnicas autorizadas, para que sejam recicladas.	2	10
É necessário separar esses materiais do restante do lixo de casa ou de qualquer lugar	2	10
Devolução para as lojas que costumam vender os produtos.	1	5

Fonte: Autora (2025).

Os dados da tabela 1 mostram que a maioria dos estudantes (75%), ou seja, 15 deles, pontuou alguns locais que são pontos de coleta de pilhas e baterias como shopping, farmácia, hospitais, etc. Outros dois estudantes (10%) apontaram estabelecimentos que comercializam esses produtos e assistências-técnica autorizadas. Dois estudantes (10%) mencionaram a necessidade de se separar esse tipo as pilhas e baterias do lixo doméstico e um estudante (5%) indicou que a devolução das pilhas e baterias se faz nas lojas que vendem esses produtos. Entretanto, nenhum estudante mencionou regulamentações locais e globais.

A partir da análise das respostas dos estudantes para as cinco primeiras questões do questionário google forms (PARTE 1), pode-se identificar lacunas nas concepções prévias deles do ponto de vista científico, visto que a maioria deles, não soube responder sobre a composição das pilhas e baterias. Respostas tais como

compostos poluentes e perigosos, sendo prejudiciais e tóxicos, a composição química das pilhas e baterias é de zinco-carbono, a composição é ruim para a humanidade e para a saúde ambiental ou respostas aleatórias que não responderam à questão, são evidências da fragilidade das concepções prévias dos estudantes acerca da composição das pilhas e baterias, ou seja, fragilidade na dimensão científica.

Contudo, na questão 4, quando é solicitado as substâncias tóxicas presentes em pilhas e baterias e como podem afetar o meio ambiente, relativa à quarta questão, foi identificado que a maioria dos estudantes mencionou zinco, chumbo e o manganês, bem como o ácido sulfúrico, o chumbo e metais pesados (15% dos estudantes), chumbo, cádmio e mercúrio indicados por três estudantes (15% dos estudantes) e cádmio e mercúrio (10% dos estudantes).

Ainda sobre a primeira questão, os estudantes tiveram mais facilidade para mencionar que as pilhas e baterias podem impactar o meio ambiente porque são poluentes, perigosas, prejudiciais, tóxicas, ruim para humanidade e saúde ambiental. Eles demonstraram entender os danos que esses componentes descartados irregularmente podem provocar ao meio ambiente e, conseqüentemente, a toda sociedade.

E esse resultado é corroborado nas respostas dos estudantes à segunda questão. Isso porque a maioria deles respondeu que os principais impactos ambientais são a poluição do solo, da água, do ecossistema e dos lençóis freáticos, e uma parcela de 5% dos estudantes pontuou que esses materiais são perigosos para profissionais que fazem a coleta de lixo por estarem expostos a materiais tóxicos.

Em relação ao segundo aspecto abordado na quarta questão, a maioria dos estudantes (60%) entende que as substâncias tóxicas presentes nas pilhas e baterias afetam o meio ambiente e 40% deles compreendem que tais substâncias tóxicas causam danos à saúde e contaminam o solo e lençóis freáticos.

Por fim, quanto à quinta questão, relativa às regulamentações locais e globais, como elas abordam o descarte e a reciclagem de pilhas e baterias, identificou-se que a maioria dos estudantes não expressou dificuldades em responder. Entretanto, nenhum estudante mencionou regulamentos locais ou globais.

Em síntese, considerando a análise dos registros dos grupos no debate e das respostas dos estudantes para o questionário google forms (PARTE 1) (as cinco primeiras questões) pôde-se identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias em seus aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais.

Acerca dessas dimensões, destaca-se fragilidades na dimensão científica e na dimensão tecnológica. Na dimensão científica a maioria dos estudantes não soube responder sobre a composição das pilhas e baterias. Na dimensão tecnológica, por sua vez, apenas em um grupo, no momento do debate, foi identificada esta dimensão, quando esse grupo mencionou que algumas marcas de pilhas, “aumentam a qualidade das pilhas, melhora o seu uso a sua durabilidade para que cada vez mais seja menor a quantidade de pilhas sendo descartadas de forma errada. ... [...] com tecnologia avançada para que dure mais tempo como o celular [...]” (E-1 do grupo 3) (grifo nosso). Embora, alguns estudantes tenham mencionado reciclagem, separação de pilhas e baterias do lixo doméstico ou empresarial e fabricação de produtos recicláveis, não o fizeram com maiores detalhes do ponto de vista tecnológico.

Ainda sobre o primeiro objetivo específico, destaca-se que estudantes expressaram concepções prévias mais plausíveis e com maior facilidade para as dimensões social e ambiental relativas ao descarte incorreto de pilhas e baterias, como por exemplo, ao mostrarem conhecimento dos problemas causados pelas pilhas e baterias para o meio ambiente e para a saúde das pessoas quando descartados incorretamente e das possibilidades de melhorar esse cenário, apontando conscientização, reciclagem e a separação de pilhas e baterias do lixo doméstico ou empresarial, fabricação de produtos recicláveis, soluções como políticas públicas e campanhas educativas e os coletores postos em diversos ambientes sociais.

Contudo, é de grande importância mencionar que as concepções prévias dos estudantes identificadas no debate e nas primeiras questões, são concepções preliminares, ainda sincréticas (Saviani, 2015), ou seja, de senso comum.

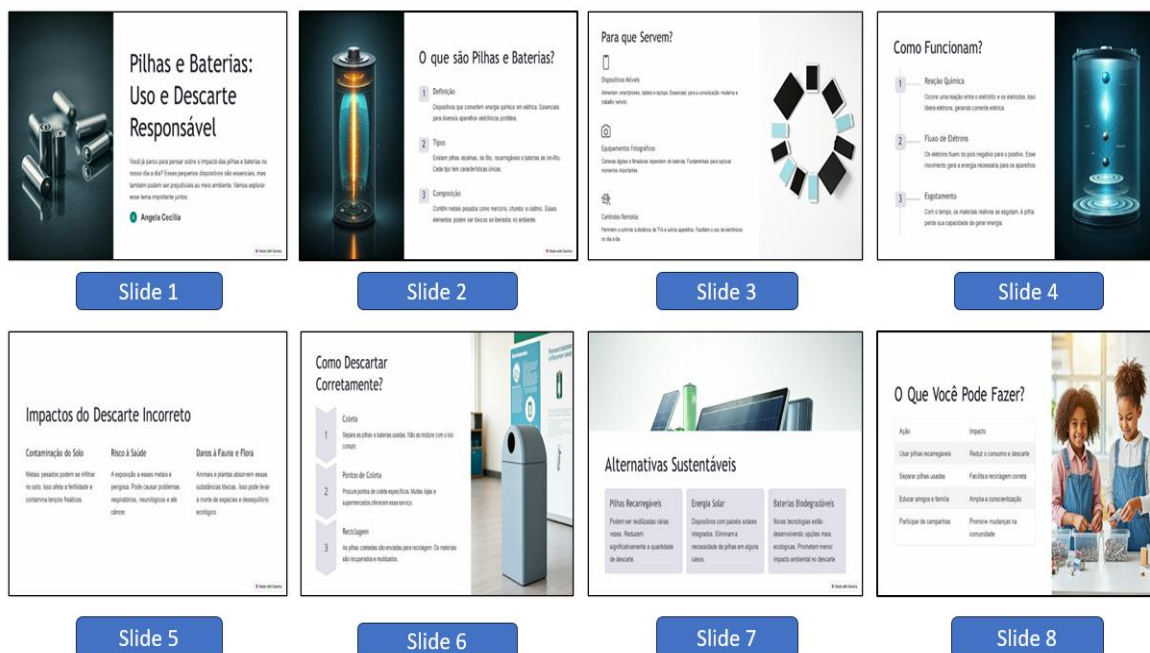
4.2 ANÁLISE DE REFORMULAÇÕES NAS COMPREENSÕES DOS ESTUDANTES SOBRE O DESCARTE INCORRETO DE PILHAS E BATERIAS EM SUAS DIMENSÕES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS, SOCIAIS E AMBIENTAIS

A instrumentalização (Saviani, 2013) ocorreu por meio de duas aulas expositivas dialogadas e por meio de atividade experimental. A primeira aula sobre o conteúdo de Eletroquímica foi ministrada pela professora da escola responsável pela disciplina de Química. Em seguida, a professora pesquisadora, autora desta dissertação, ministrou a segunda aula com apresentação dos slides sobre o tema “Pilhas e Baterias: Uso e Descarte Responsável”.

Na instrumentalização não foram aplicadas perguntas aos estudantes, mas foi reforçada a importância do descarte correto de pilhas e baterias. A pesquisadora, na primeira etapa do momento 3 da intervenção, abordou os conceitos de pilhas e baterias, o que são, quais as suas funções e como devem ser descartados.

Na figura 12 estão apresentados os slides usados na aula expositiva dialogada sobre Pilhas e baterias.

Figura 12: Slides usados na aula expositiva dialogada sobre Pilhas e baterias



Fonte: Autora (2025).

Em seguida, na segunda etapa do momento 3 da intervenção pedagógica, foi desenvolvida uma atividade experimental com a participação dos estudantes

organizados em grupo. A figura 13 apresenta o momento da atividade experimental realizada no laboratório da escola.

Figura 13: Os estudantes desenvolvendo a atividade experimental



Fonte: Autora (2025).

O experimento foi realizado na bancada do laboratório. Os materiais estavam previamente separados, os quais foram: o multímetro; a lâ de aço; o limão cortado; a placa de cobre; a placa de zinco; e as baterias. Os estudantes foram separados em grupos, com no máximo sete integrantes. Eles foram orientados a responder as perguntas da ficha do experimento. Nem todos os alunos participaram, alguns optaram por ficar em sala de aula.

Os grupos receberam uma ficha que continha informações sobre as pilhas, as orientações da atividade experimental e um conjunto de questões. A figura 14 apresenta a ficha para a atividade experimental.

Figura 14 - Ficha para atividade experimental

ATIVIDADE PRÁTICA DE QUÍMICA – MONTANDO UMA “PILHA” DE LIMÃO

TURMA: _____

ESTUDANTES: _____

Princípio teórico: uma pilha é um dispositivo que apresenta reações que geram corrente elétrica, é onde se converte energia química em eletricidade. Ela é constituída por um conjunto de uma ou mais células galvânicas. Essa reação química é a transferência de elétrons (oxirredução) de forma espontânea produzindo a corrente elétrica. Quando os elétrons conduzidos por um fio metálico (condutor) se movem espontaneamente de pontos de menor potencial elétrico para pontos de maior potencial elétrico, os elétrons do polo negativo passam a fluir no polo positivo, o que chamamos de eletricidade (Amabis et. al., 2020).

A quantidade de energia gerada por pilhas ou baterias é chamada de tensão elétrica, sendo sua medida dada em volts. Esta medida pode ser calculada pela diferença de potencial (ddp ou ΔE) entre os eletrodos, utilizando-se o potencial de redução (E_{red}) de cada meia célula: $\Delta E = E_{red}(\text{maior}) - E_{red}(\text{menor})$ (Mundo Educação, 2025).

Construindo uma pilha de limão:

1. Pegue uma plaquinha de zinco e uma plaquinha de cobre. Se a plaquinha de cobre estiver oxidada (escura) esfregue com a lâ de aço até que ela fique na cor de cobre.
 2. Conecte a placa de cobre à uma parte descoberta do fio vermelho. Use um pedaço de fita crepe para prender o fio. Faça o mesmo para a placa de zinco, mas prendendo ela a um fio preto.
 3. Ligue o multímetro, até ficar na posição de 20 V(branco).
 4. Teste o multímetro em algumas baterias conferidas pela professora para ver como ele funciona.
 5. Toque as pontas do multímetro nas plaquinhas. Anote o resultado: _____.
 6. Corte o limão no meio. Fique com uma metade e passe a outra metade para a outra equipe.
 7. Insira as pontas do multímetro no limão e veja se há alguma medida. Anote o resultado: _____.
 8. Insira as placas no limão, de forma que elas fiquem separadas (não se toquem).
 9. Limpe o multímetro e repita o procedimento de aferição. Se for preciso, prenda o multímetro com uma Fita. Anote o resultado: _____.
 10. Escolham uma das pilhas montadas e tentem ligar a calculadora, prendendo o polo positivo no lado positivo e o polo negativo no lado negativo de onde vai a pilha.
 11. Faça uma pilha em série, conectando duas pilhas de limão. Conecte a sua placa de zinco na placa de cobre da equipe ao lado. Meça novamente a voltagem e anote o resultado: _____.
 12. Tente novamente ligar a calculadora.
-
1. O que é uma pilha de limão?
 2. Qual é o papel do limão na pilha de limão?
 3. Qual é a função do zinco (Zn) na pilha de limão?
 4. Qual é a função do cobre (Cu) na pilha de limão?
 5. Por que a pilha de limão gera uma corrente elétrica?

Foram dadas as orientações aos estudantes e eles iniciaram o experimento. Em seguida, os estudantes foram separados em grupos para responderem à ficha de atividade experimental. Na primeira parte da atividade, as alternativas

apresentavam questões fechadas com a proposta dos estudantes completaram as palavras que estavam faltando. Na segunda parte da atividade são apresentadas questões abertas. No quadro 10, estão apresentadas as questões abertas e as respostas dos grupos.

Quadro 10: Questões abertas e respostas parafraseadas dos estudantes às questões da ficha da atividade experimental

Questões abertas	Respostas parafraseadas
Questão 1. O que é pilha de limão?	Demonstra como a energia elétrica pode ser gerada a partir de uma reação química. Ela demonstra como a energia pode ser gerada É um dispositivo que gera energia elétrica com limão, cobre e zinco O fio que está conectado ao prego é ativado pelo ácido cítrico do limão
Questão 2. Qual é o papel do limão na pilha de limão?	Serve como eletrólito, condução de corrente elétrica O líquido do limão atua como um bom eletrólito ácido O limão fornece ácido cítrico, essencial para a reação química que gera corrente elétrica na pilha de limão. Transferência de elétrons entre os eletrodos.
Questão 3. Qual é a função do Zinco (Zn) na pilha de limão?	Funciona como ânodo, que é negativo Os átomos de zinco da superfície têm uma forte tendência de se desligarem da placa e migrarem para o limão Ele é essencial na pilha de limão, reagindo com o ácido cítrico para liberar elétrons, gerar corrente elétrica e criar diferença de potência entre os eletrodos Uma elevada quantidade de elétrons passa o zinco para o cobre. Estes começam a repetir-se à medida concentram no cobre.
Questão 4. Qual é a função do Cobre (Cu) na pilha de limão?	Funciona como cátodo, que é positivo O cobre atrai mais elétrons que o Zinco O cobre representa a energia positiva com o zinco e, com isso gera energia elétrica O cobre atrai mais elétrons que o zinco, assim ao colocarmos essas placas em contato por meio de fio de cobre uma elevada quantidade de elétrons do zinco é transferida para o cobre
Questão 5. Por que a pilha de limão gera uma corrente elétrica?	Porque será uma corrente elétrica Porque gera mais corrente elétrica Porque ela possui energia elétrica fraca, mas forte o bastante para ligar uma calculadora e um relógio. Por causa da acidez do limão.

A perspectiva que a pesquisadora teve ao analisar o desenvolvimento do experimento foi constatada, pois os estudantes participaram ativamente, demonstrando curiosidade e interesse de aprender o conteúdo proposto.

No quadro 10, são observadas as respostas dos estudantes, das quais algumas se mostram coerentes tanto com a explicação como com a descrição,

inclusive dos materiais utilizados. Entretanto na primeira questão, uma das respostas cita o uso de um prego, esse material não foi utilizado no experimento.

Quanto à primeira questão - O que é pilha de limão? - foram obtidas respostas que foram parafraseadas, tais como: “Demonstra como a energia elétrica pode ser gerada a partir de uma reação química”; “Ela demonstra como a energia pode ser gerada”; “É um dispositivo que gera energia elétrica com limão, cobre e zinco”; e “O fio que está conectado ao prego é ativado pelo ácido cítrico do limão”.

Alguns alunos foram coerentes em suas respostas, porque entenderam que a partir de uma reação química pode se produzir energia elétrica. De acordo com Atkins e Jones (2006), as células galvânicas (pilhas) podem ser entendidas também como uma célula eletroquímica, quando a partir de uma reação química espontânea ela gera uma corrente elétrica. A última resposta do aluno não foi coerente porque não usamos no experimento o prego e sim uma placa de zinco e outra de cobre.

Para a segunda pergunta - Qual é o papel do limão na pilha de limão? -, as respostas dos estudantes foram: “Serve como eletrólito, condução de corrente elétrica”; “O líquido do limão atua como um bom eletrólito ácido”; “O limão fornece ácido cítrico, essencial para a reação química que gera corrente elétrica na pilha de limão”; e “Transferência de elétrons entre os eletrodos”.

Alguns alunos entenderam que para se produzir energia elétrica é preciso ter uma solução, o eletrólito, representado pelo limão. Isso porque, o eletrólito é “um meio condutor iônico, dentro da célula. Em um condutor iônico, uma corrente elétrica é carregada pelo movimento iônico” (Atkins; Jones, 2006, p. 543). Entretanto, compreensões equivocadas foram identificadas quando se responde que o papel do limão é a “transferência de elétrons entre os eletrodos”.

Em relação à terceira questão - Qual é a função do Zinco (Zn) na pilha de limão? -, as respostas dos estudantes foram: “Funciona como ânodo, que é negativo”; “Os átomos de zinco da superfície têm uma forte tendência de se desligarem da placa e migrarem para o limão”; “Ele é essencial na pilha de limão, reagindo com o ácido cítrico para liberar elétrons, gerar corrente elétrica e criar diferença de potência entre os eletrodos”; “Uma elevada quantidade de elétrons passa do zinco para o cobre. Estes começam a repetir-se à medida concentram no cobre”.

Alguns alunos foram coerentes parcialmente em suas respostas ao dizer que o zinco funciona como ânodo e que o zinco libera elétrons. As pilhas são compostas

por dois eletrodos metálicos, ânodo e cátodo. É no ânodo, polo negativo, que ocorre a oxidação e, no cátodo, polo positivo, ocorre a redução. (Atkins; Jones, 2006).

Entretanto, não são os átomos que são transferidos da placa de zinco, estes não migram para o limão (eletrólito) e não são os elétrons transferidos do zinco que se concentram no cobre. “Os íons de Cu^{2+} convertem-se em átomos de Cu no cátodo através da semi-reação de redução” (Atkins; Jones, 2006, p. 543).

Sobre a quarta questão - Qual é a função do Cobre (Cu) na pilha de limão? -, os estudantes responderam que: “Funciona como cátodo, que é positivo”; “O cobre atrai mais elétrons que o Zinco”; “O cobre representa a energia positiva com o zinco e, com isso gera energia elétrica”; “O cobre atrai mais elétrons que o zinco, assim ao colocarmos essas placas em contato por meio de fio de cobre uma elevada quantidade de elétrons do zinco é transferida para o cobre”.

Os estudantes foram coerentes com suas respostas ao dizerem que o Cobre funciona como cátodo e que elétrons do zinco são transferidos para o cobre. Entretanto, o fato de o cobre funcionar como cátodo e polo positivo, pode ter confundido os estudantes ao responderem que o cobre tem energia positiva.

Por fim, em relação à quinta questão - Por que a pilha de limão gera uma corrente elétrica? -, as respostas foram: “Porque será uma corrente elétrica”; “Porque gera mais corrente elétrica”; “Porque ela possui energia elétrica fraca, mas forte o bastante para ligar uma calculadora e um relógio”; “Por causa da acidez do limão”.

Nenhuma das respostas dos estudantes parafraseadas foram coerentes do ponto de vista científico. As pilhas são definidas como células galvânicas ou voltaicas⁴ e geram corrente elétrica devido a uma reação química espontânea.

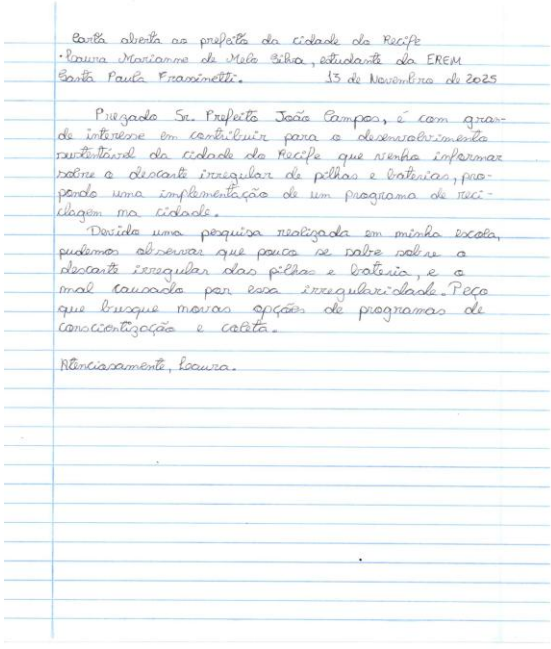
Prosseguindo no desenvolvimento da intervenção pedagógica, buscou-se, no momento 4, promover o desenvolvimento de uma nova postura pelos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias. Nesse sentido, foi realizada uma discussão em sala de aula com abertura para que os estudantes pudessem pontuar acerca da necessidade de coletores específicos em todos os ambientes públicos principalmente para o descarte desses materiais.

Na primeira etapa do momento 4, os estudantes foram solicitados a escreverem uma carta para o prefeito da cidade do Recife utilizando um modelo de

⁴Essas pilhas também podem armazenar energia e transformá-la em trabalho (Skoog *et al.*, 2012).

carta (Apêndice B) disponibilizado pela professora-pesquisadora, na qual eles deveriam mencionar o descarte incorreto de pilhas e baterias, sugerir soluções para este descarte e informar ao prefeito da importância e da preocupação dos estudantes com relação ao descarte de pilhas e baterias incorreto. Nas figuras 15, 16, 17 e 18 estão ilustradas as quatro cartas entregues a professora-pesquisadora. Vale ressaltar que nas respectivas figuras estão ilustradas as cartas originais dos estudantes e ao lado, as transcrições de cada uma delas para melhor visualização do leitor.

Figura 15: Carta 1

	<p><i>Carta aberta ao prefeito da cidade do Recife Estudante Redução. Erem Santa Paula Frassinetti 13/11/2024</i></p> <p><i>Prezado Senhor Prefeito João Campos, é com grande interesse em contribuir para o desenvolvimento sustentável da cidade do Recife que venham informar sobre o descarte irregular de pilhas e baterias, propondo uma implementação de um programa de reciclagem na cidade.</i></p> <p><i>Devido a uma pesquisa realizada em minha escola, podemos observar que pouco se sabe sobre o descarte irregular das pilhas e baterias, e o mal causado por essa irregularidade. Peço que busque novas opções de programas de conscientização e coleta.</i></p> <p><i>Atenciosamente, Redução.</i></p>
--	---

Na carta 1, a estudante Redução apresenta ao prefeito o seu “grande interesse em contribuir para o desenvolvimento sustentável da cidade do Recife” (trecho da carta da estudante) em relação ao descarte irregular de pilhas e baterias e propõe como solução para esse descarte a “implementação de um programa de reciclagem na cidade” (trecho da carta da estudante). Vale destacar que a estudante destacou a pesquisa realizada na escola sobre o descarte das pilhas e baterias. Além disso, ela solicita ao prefeito que ele “busque novas opções de programas de conscientização e coleta” (trecho da carta da estudante).

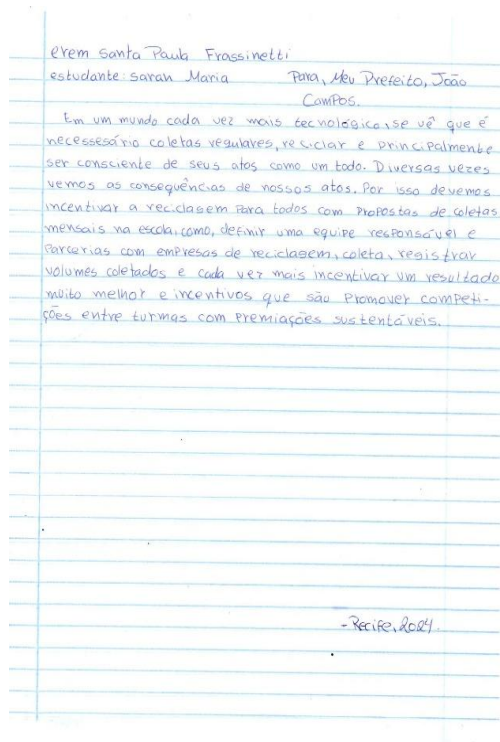
Figura 16: Carta 2

Prezado Prefeito João Campos,
 Venho por meio desta carta solicitar a atenção da Prefeitura para a melhoria na gestão do descarte e reciclagem de pilhas e baterias em nossa cidade. Esses itens contêm materiais tóxicos que, quando descartados de forma inadequada, representam graves riscos ao meio ambiente e à saúde pública.
 Apesar de algumas iniciativas já existentes, é perceptível a necessidade de ampliar a quantidade de pontos de coleta e promover campanhas de conscientização da população sobre a importância do descarte correto. Ademais, seria interessante estudar parcerias com empresas especializadas na reciclagem desse tipo de resíduo, garantindo o tratamento adequado dos materiais recolhidos.
 A implementação de medidas como essas fortalecerá o compromisso da administração pública com a sustentabilidade e a preservação ambiental, beneficiando a todos os cidadãos. Desde já, agradeço pela atenção!
 Atenciosamente,
 Letícia Vitória de Lima Rocha.

*Prezado Prefeito João Campos,
 Venho por meio desta carta solicitar a atenção da Prefeitura para a melhoria na gestão do descarte e reciclagem de pilhas e baterias em nossa cidade. Esses itens contêm materiais tóxicos que, quando descartado de forma inadequada, representam graves riscos ao meio ambiente e à saúde pública. Apesar de algumas iniciativas já existentes é perceptível a necessidade de ampliar a quantidade de postos de coleta e promover campanhas de conscientização da população sobre a importância do descarte correto.
 Ademais seria interessante estudar parcerias com empresas especializadas na reciclagem desse tipo de resíduo garantindo o tratamento adequado dos materiais recolhidos.
 A implementação de medidas como essas fortalecerá o compromisso da administração pública com a sustentabilidade e a preservação ambiental, beneficiando a todos os cidadãos, desde já, agradeço pela atenção.
 Atenciosamente,
 Oxidação.*

Na carta 2, a estudante Oxidação solicita ao prefeito “a atenção da Prefeitura para a melhoria na gestão do descarte e reciclagem de pilhas e baterias em nossa cidade” (trecho da carta da estudante). Em seguida, ela alerta sobre as pilhas e baterias terem componentes tóxicos que trazem riscos para o meio ambiente e para a saúde pública. Destaca-se que a estudante reforça “a necessidade de ampliar a quantidade de postos de coleta e promover campanhas de conscientização da população sobre a importância do descarte correto” (trecho da carta da estudante), apesar das iniciativas existentes. Além disso, ela propõe “estudar parcerias com empresas especializadas na reciclagem desse tipo de resíduo garantindo o tratamento adequado dos materiais recolhidos” e explica que “a implementação de medidas como essas fortalecerá o compromisso da administração pública com a sustentabilidade e a preservação ambiental, beneficiando a todos os cidadãos, desde já, agradeço pela atenção” (trechos da carta da estudante).

Figura 17: Carta 3



*EREM Santa Paula Frassinetti /
Estudante Pilha
Para meu Prefeito
João Campos*

Em um mundo cada vez mais tecnológico, se vê que é necessário coletas regulares, reciclar e principalmente ser consciente de seus atos como um todo. Diversas vezes vemos as consequências de nossos atos. Por isso devemos incentivar reciclagem para todos com proposta de coletas mensais na escola, como definir uma equipe responsável e parcerias com empresas de reciclagem coleta registrar volumes coletados e cada vez mais incentivar um resultado muito melhor e incentivos que são promover competições entre turmas com premiações sustentáveis.

Recife, 2024.

Na carta 3, de autoria da estudante Pilha, é posta, logo de início uma justificativa para a escrita da carta, ao considerar que “em um mundo cada vez mais tecnológico, se vê que é necessário coletas regulares, reciclar e principalmente ser consciente de seus atos como um todo” (trecho da carta da estudante). Em seguida, a estudante destaca que “diversas vezes vemos as consequências de nossos atos” (trecho da carta da estudante), quanto, por exemplo, ao descarte inadequado de pilhas e baterias. Em outras palavras, foi observado responsabilização individual com consequência social e ambiental com relação as consequências geradas. Como medidas cabíveis, ela propõe o incentivo à:

[...] reciclagem para todos com proposta de coletas mensais na escola, como definir uma equipe responsável e parcerias com empresas de reciclagem coleta registrar volumes coletados e cada vez mais incentivar um resultado muito melhor e incentivos que são promover competições entre turmas com premiações sustentáveis (trecho da carta da estudante).

Figura 18: Carta 4

Erem Santa Paula Frassinetti
Bateria, 2º ano C.
Ao Exmo. Sr. João Campos

Em nosso dia-a-dia, nos deparamos constantemente com um grande uso de eletrônicos. Consequentemente, o uso de pilhas e baterias é muito grande também. Mas, os pontos de descarte são poucos e não muito acessíveis.

As consequências do descarte inadequado são grandes, mas pouco reconhecidas e valorizadas. Por ser um produto eletrônico, contém substâncias tóxicas que podem afetar consideravelmente o meio ambiente e até mesmo o ambiente da nossa sociedade, poluindo o ar e o ambiente em si.

Os pontos de coleta desses produtos são poucos e em lugares limitados, não incluindo toda a população. Localizados em, por exemplo, em escolas privadas ou em bairros grandes, o acesso fica limitado para grande parte da população do Recife, como pessoas de periferias ou bairros pequenos e distantes.

Sugiro então que a prefeitura e os superiores instalem novos pontos de descarte de pilhas e baterias em lugares mais acessíveis e em grande quantidade. Lugares como: escolas públicas, postos de saúde, bairros pequenos e mais farmácias.

Desde já, agradeço por todo o trabalho, esforço e dedicação do nosso querido Prefeito João Campos e espero que nosso pedido seja ouvido e atendido pelo bem da nossa população e do nosso meio ambiente.

Erem Santa Paula Frassinetti
Bateria, 2º ano C.
Exmo. Sr. João Campos.

Em nosso dia a dia, nos deparamos constantemente com o grande uso de eletrônicos. Consequentemente, o uso de pilhas e baterias é muito grande também. Mas os pontos de descartes são poucos e não muito acessíveis.

As consequências do descarte inadequado são grandes, mas pouco reconhecidas e valorizadas. Por ser um produto eletrônico contém substâncias tóxicas que podem afetar consideravelmente o meio ambiente e até mesmo o ambiente de nossa sociedade, poluindo o os ambientes em si.

Os pontos de coleta desses produtos são poucos e em lugares limitados, não incluindo toda a população localizados em, por exemplo, escolas privadas ou em bairros grandes, o acesso fica limitado para a grande parte da população do Recife, como pessoas de periferias ou bairros pequenos e distantes.

Sugiro então que a prefeitura e os superiores instalem novos pontos de descarte de pilhas e baterias em lugares mais acessíveis e em grande quantidade lugares como: escola pública, postos de saúde, bairros pequenos e mais farmácias.

Desde já, agradeço por todo o trabalho esforço e dedicação do nosso querido Prefeito João Campos e espero que nosso pedido seja ouvido e atendido pelo bem de nossa população e do nosso meio ambiente.

E a carta 4, escrita pela estudante Bateria, traz um fato ao mencionar que “em nosso dia a dia, nos deparamos constantemente com o grande uso de eletrônicos” (trecho da carta da estudante) e uma problemática sobre “[...] os pontos de descartes são poucos e não muito acessíveis” (trecho da carta da estudante). Em seguida, a estudante destaca que:

as consequências do descarte inadequado são grandes, mas pouco reconhecidas e valorizadas. Por ser um produto eletrônico contém substâncias tóxicas que podem afetar consideravelmente o meio ambiente e até mesmo o ambiente de nossa sociedade, poluindo o os ambientes em si (trecho da carta da estudante).

A estudante ainda problematiza essa questão ao escrever que:

os pontos de coleta desses produtos são poucos e em lugares limitados, não incluindo toda a população localizados em, por exemplo, escolas privadas ou em bairros grandes, o acesso fica limitado para a grande parte da população do Recife, como pessoas de periferias ou bairros pequenos e distantes (trecho da carta da estudante).

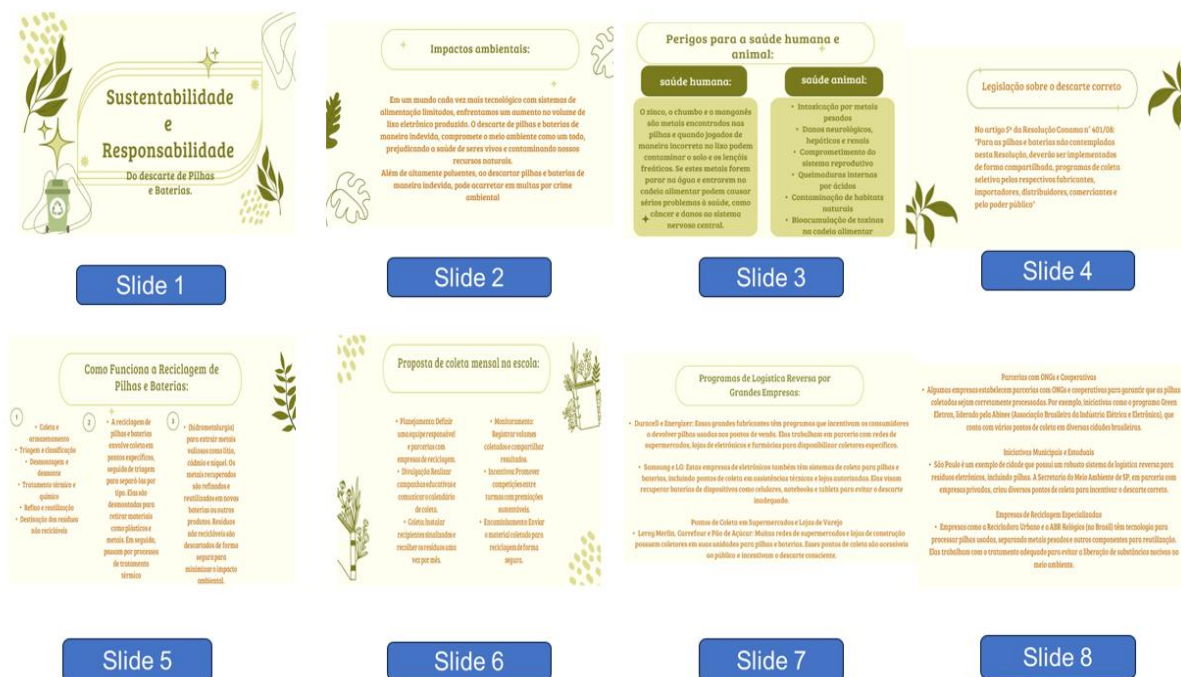
Como sugestão, ela propõe “[...] que a prefeitura e os superiores instalem novos pontos de descarte de pilhas e baterias em lugares mais acessíveis e em grande quantidade lugares como: escola pública, postos de saúde, bairros pequenos e mais farmácias” (trecho da carta da estudante). E termina agradecendo “por todo o trabalho esforço e dedicação do nosso querido Prefeito João Campos e espero que nosso pedido seja ouvido e atendido pelo bem de nossa população e do nosso meio ambiente” (trecho da carta da estudante).

As cartas escritas pelas estudantes Redução, Oxidação, Pilha e Bateria mostram a compreensão delas sobre as consequências do descarte incorreto das pilhas e baterias, bem como, explicitam sugestões para mudanças com o objetivo de minimizar tais consequências, demonstrando um senso crítico de responsabilidade não apenas individual, mas também de responsabilidade da administração pública.

Vale destacar que algumas das compreensões postas nas cartas foram observadas nas concepções prévias dos estudantes, como, por exemplo, a necessidade de conscientização e de um local específico para se fazer esse tipo de descarte. Entretanto, outras compreensões dos estudantes sobre o destarte incorreto das pilhas e baterias foram observadas nas cartas, como, por exemplo, o entendimento da necessidade de parcerias especializadas, a compreensão de estar em um mundo cada vez mais tecnológico e do grande uso de eletrônicos. Nesta perspectiva entende-se esse resultado como reformulações nas compreensões destas estudantes quanto à dimensão social e ambiental do descarte inadequado de pilhas e baterias.

Na segunda etapa do momento 4 da intervenção pedagógica os estudantes apresentaram seminários sobre o descarte de pilhas e baterias e ações que podem ser desenvolvidas, como o uso correto dos coletores de pilhas e baterias instalados na escola e a coleta de pilhas e baterias em suas residências. A figura 19 ilustra os oito slides apresentados pelos estudantes no desenvolvimento dos seminários.

Figura 19. Slides de apresentação dos alunos no Seminário sobre Sustentabilidade e Responsabilidade



Fonte: Autora (2025).

Os estudantes apresentaram os slides abordando a temática debatida em sala de aula, trazendo questões concentradas nos impactos à saúde de modo geral. Apresentaram o tema de forma bem segura, alertaram sobre as complicações do descarte irregular de pilhas e baterias, provocando argumentos sobre a responsabilidade social tanto no contexto individual (o que eu faço reflete no meio em que estou) como por meio de ações coletivas e de representatividade pública como as ações desenvolvidas pela administração pública local e nacional.

Foram apresentados e comentados os processos de reciclagem de pilhas e baterias, sendo permitido a interação dos estudantes que assistiam ao seminário. Pode-se considerar que o conteúdo foi bastante relevante, abrangendo os aspectos da CTSA de forma adequada, sobretudo quanto ao papel e responsabilidade social com relação a sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

Após a apresentação do seminário por um grupo de estudantes, como forma de parabenizá-los, a pesquisadora entregou alguns brindes, conforme figuras 20 e 21.

Figura 20: Brindes entregues aos estudantes



Fonte: Autora (2025).

Figura 21. Foto da turma e professora-pesquisadora com os brindes



Fonte: Autora (2025).

Após a apresentação do seminário pelos estudantes, a professora-pesquisadora aplicou a parte 2 do questionário que estavam ligadas à sensibilização a respeito das ações de prevenção. As questões foram voltadas para a percepção dos estudantes sobre as ações que devem ser tomadas como meios de preservação e diminuição dos danos causados por esse tipo de descarte, tanto no aspecto individual (cada pessoa) como no aspecto coletivo (organizações, empresas, indústrias, etc.). Nesse momento, as questões colocadas aos estudantes foram:

6. Qual é a importância da reciclagem de pilhas e baterias para a preservação dos recursos naturais?

7. Quais são as alternativas sustentáveis para o descarte de pilhas e baterias?

8. Quais são os métodos seguros e eficazes de descarte de pilhas e baterias em casa?

9. Como as empresas estão trabalhando para tornar suas pilhas e baterias mais sustentáveis e fáceis de reciclar?

10. Como a conscientização pública pode ser aumentada para promover o descarte responsável de pilhas e baterias?

No quadro 11, estão as respostas dos estudantes para as respectivas questões:

Quadro 11: Questões e respostas dos estudantes para a parte 2 do questionário

Questões	Respostas
Questão 6. Qual é a importância da reciclagem de pilhas e baterias para a preservação dos recursos naturais?	Proteger e preservar o meio ambiente contra contaminação dos metais pesados Evitar contaminação do meio ambiente, lençóis freáticos Conservar os recursos naturais Ter consciência que causam danos à saúde e ao meio ambiente
Questão 7. Quais são as alternativas sustentáveis para o descarte de pilhas e baterias? Pilhas recarregáveis	Pontos de coleta especializadas, cooperativas, etc. Políticas públicas Campanhas de conscientização.
Questão 8. Quais são os métodos seguros e eficazes de descarte de pilhas e baterias em casa?	Devolução para lojas apropriadas, pontos autorizados, que também vendem esses produtos. Manter longe do lixo comum e cobrir com plástico filme e depois levar para lojas autorizadas. Separar em lixeiras específicas, evitar contato com a umidade, isolar com plástico. Cobrir as pilhas com fita adesiva para evitar curto circuito.
Questão 9. Como as empresas estão trabalhando para tornar suas pilhas e baterias mais sustentáveis e fáceis de reciclar?	Investem em tecnologia de material e design, reciclagem e implantação de logística reversa Criando ou encaminhando para centrais de triagem Reciclagem ou uso de baterias recarregáveis Menos uso de substâncias tóxicas e programas de coleta Buscando parcerias com cooperativas de reciclagem locais Não estão trabalhando, pois o sustentável não traz lucro
Questão 10. Como a conscientização pública pode ser aumentada para promover o descarte responsável de pilhas e baterias?	Campanhas de conscientização, educação ambiental e ações governamentais podem desempenhar um papel fundamental para aumentar a adesão a essas práticas sustentáveis Com palestras conscientizando para a população Organizar eventos locais falando sobre a importância do descarte, usar as redes sociais para falar sobre. Uma delas é nunca guardar em locais expostos ao calor e à umidade. Isso evita o vazamento de seu conteúdo. Além disso, é preferível a utilização de pilhas e baterias recarregáveis, pois têm maior durabilidade. É importante também retirar as pilhas do equipamento se ele for permanecer muito tempo sem uso Sendo feito em pontos específicos, como nas escolas, e tendo instruções de descarte na embalagem da pilha. Tendo mais pontos de coletas

Fonte: Autora (2025).

É importante destacar que a participação dos estudantes nestas últimas questões foi bastante positiva, houve uma quantidade maior de estudantes que interagiram com a professora-pesquisadora, mostrando um interesse mais espontâneo em contribuir com o estudo, colocando-se de fato como agentes de transformação. Segundo Saviani (2015) é por meio da prática social que os saberes são revelados. Neste momento da pesquisa, o envolvimento dos estudantes resultou em 32 questionários digitais respondidos.

Para uma melhor compreensão das respostas dos estudantes apresentadas no quadro 13, elas foram sintetizadas e apresentadas em percentuais a partir de cinco blocos: importância da reciclagem de pilhas e baterias para a preservação dos recursos naturais; alternativas sustentáveis para o descarte de pilhas e baterias; métodos seguros e eficazes de descarte de pilhas e baterias em casa; como as empresas estão trabalhando para tornar suas pilhas e baterias mais sustentáveis e fáceis de reciclar; e como a conscientização pública pode ser aumentada para promover o descarte responsável de pilhas e baterias.

Quanto à importância da reciclagem de pilhas e baterias para a preservação dos recursos naturais, as sínteses das respostas e os respectivos percentuais estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Compreensões dos estudantes sobre a importância da reciclagem de pilhas e baterias para a preservação dos recursos naturais. (Questão 6).

Síntese das Respostas	Nº	%
Proteger e preservar o meio ambiente contra contaminação dos metais pesados	19	59
Evitar contaminação do meio ambiente, lençóis freáticos	6	19
Conservar os recursos naturais	5	16
Ter consciência que causam danos à saúde e ao meio ambiente	2	6

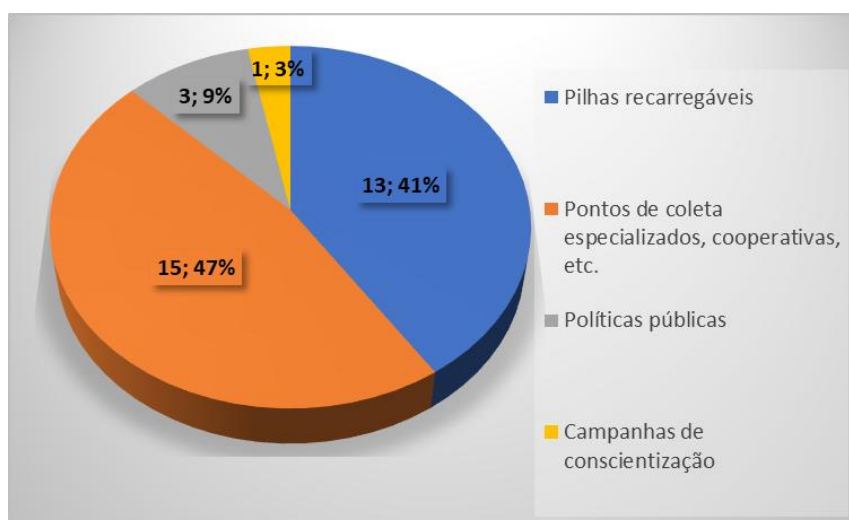
Fonte: Autora (2025).

Dezenove estudantes (59%) pontuaram que a importância da reciclagem está em proteger e preservar o meio ambiente contra a contaminação por metais pesados. Seis deles (19%) destacaram que é para evitar a contaminação do meio

ambiente e dos lençóis freáticos. Cinco estudantes (16%) apontaram a conservação dos recursos naturais e dois deles (6%) trouxeram a questão da conscientização sobre os danos que pilhas e baterias podem causar ao meio ambiente. Observa-se que em todas as respostas existe um mesmo entendimento acerca da importância da reciclagem desses materiais. Ou seja, há uma compreensão da questão ambiental relativa ao descarte incorreto de pilhas e baterias.

A questão 7 buscou conhecer dos estudantes seus entendimentos acerca de alternativas sustentáveis para o descarte de pilhas e baterias. As sínteses das respostas e os respectivos percentuais estão apresentados no gráfico 6.

Gráfico 6: Compreensões dos estudantes sobre quais são as alternativas sustentáveis para o descarte de pilhas e baterias (Questão 7).



Fonte: Autora (2025).

Conforme os dados do gráfico 5, quinze estudantes (47%) indicaram como alternativas tais como cooperativas e pontos especializados. Outros treze (41%) estudantes citaram como alternativas sustentáveis as pilhas recarregáveis. Três (9%) estudantes apontaram como alternativa a adoção de mais políticas públicas e um estudante (3%) citou campanhas de conscientização.

Todas as alternativas mencionadas pelos estudantes são relevantes para o processo de descarte sustentável para pilhas e baterias, tanto a disponibilização de pontos de coletas especializados como cooperativas, empresas fabricantes, revendedores, como destaca Costa et. al. (2023). Além disso, campanhas de

conscientização, não apenas no contexto de sala de aula, mas inseridas em programas de políticas públicas, são ações sustentáveis e podem alcançar um engajamento de maior amplitude social (Faria; Oliveira, 2019).

As pilhas recarregáveis é outra alternativa apontada por um grupo de estudantes, visto que têm uma maior durabilidade comparando-se às pilhas comuns com relação ao tempo de descarte, podendo favorecer a relação ao custo-benefício e contribuir para a redução de impactos ambientais causados por esses dispositivos. Por outro lado, é preciso destacar que as pilhas recarregáveis podem não ser uma alternativa adotada com maior frequência devido ao custo ser maior do que o das pilhas comuns (Bellini, 2018).

Na questão 8 abordou-se os métodos seguros e eficazes de descarte de pilhas e baterias em casa. As sínteses das respostas e o número de estudantes e seus respectivos percentuais estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Compreensões dos estudantes sobre quais são os métodos seguros e eficazes de descarte de pilhas e baterias em casa (Questão 8).

Síntese das Respostas	Nº	%
Devolução para lojas apropriadas, pontos autorizados, que também vendem esses produtos.	10	31
Manter longe do lixo comum e cobrir com plástico filme e depois levar para lojas autorizadas.	10	31
Separar em lixeiras específicas, evitar contato com a umidade, isolar com plástico.	10	31
Cobrir as pilhas com fita adesiva para evitar curto circuito.	2	7

Fonte: Autora (2025).

De acordo com a tabela 3, dez (31%) estudantes pontuam que a forma mais segura é devolver para lojas apropriadas e pontos de coleta autorizados. Outros dez (31%) estudantes mencionam como uma forma segura de descartar pilhas e baterias é mantendo-as longe do lixo comum, cobrindo-as com plástico filme e levando-as para lojas autorizadas. Outro dez (31%) responderam que é preciso separar esses produtos em lixeiras específicas evitando o contato com a umidade e isolando com plástico. Por último dois estudantes (7%) afirmaram que se deve cobrir as pilhas com fita adesiva para evitar o curto circuito.

Destaca-se que a forma adequada para se descartar esses produtos em casa é mantê-los longe do lixo comum, cobrindo-os com plástico filme e levando-os para lojas autorizadas.

A questão 9 direcionou-se para o como as empresas estão trabalhando para tornar suas pilhas e baterias mais sustentáveis e fáceis de reciclar. As sínteses das respostas e o número de estudantes e seus respectivos percentuais estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Compreensões dos estudantes sobre como as empresas estão trabalhando para tornar suas pilhas e baterias mais sustentáveis e fáceis de reciclar (Questão 9).

Síntese das Respostas	Nº	%
Investem em tecnologia de material e design, reciclagem e implantação de logística reversa	13	41
Criando ou encaminhando para centrais de triagem	10	31
Reciclagem ou uso de baterias recarregáveis	4	13
Menos uso de substâncias tóxicas e programas de coleta	3	9
Buscando parcerias com cooperativas de reciclagem locais	1	3
Não estão trabalhando, pois o sustentável não traz lucro	1	3

Fonte: Autora (2025).

De acordo com a maioria dos estudantes (41%), ou seja, treze deles, as empresas estão fazendo investimentos em tecnologia, tanto de material utilizado como componentes dos produtos, bem como design, reciclagem e logística reversa. Outros dez estudantes (31%) apontaram que as empresas estão criando e/ou encaminhando esses tipos de produtos para centrais de triagem. Quatro estudantes (13%) apontaram que as organizações fazem reciclagem ou fazem o uso de baterias recarregáveis. Outros três estudantes (9%) afirmaram que as empresas estão fabricando esses produtos com menos substâncias tóxicas juntamente com programas de coletas; um estudante (3%) respondeu que diante do fato de não oferecer lucro, as empresas não estão trabalhando para produzir pilhas e baterias mais sustentáveis e, por último, um outro estudante 1(3%) afirmou que as empresas estão buscando parcerias com cooperativas de reciclagem locais.

De modo geral, os estudantes pontuaram algumas das estratégias que estão sendo aplicadas afim de reduzir danos ambientais. Nas últimas décadas, pode-se dizer que as empresas vêm adotando alternativas como a logística reversa, pontos de coletas e até desenvolvendo produtos menos nocivos ao meio ambiente (Belline, 2018).

Embora as ferramentas legais de proteção ambiental estejam cada vez mais atuantes, investigando e autuando os crimes ambientais provocados por empresas de pequeno ou grande porte, o consumismo é um dos principais vetores de movimentação no mercado moderno, os produtos são projetados com a vida útil decretada, isso alavanca lucros – principal objetivo das empresas. Poucas são as organizações que reconhecem efetivamente sua responsabilidade ambiental (Nascimento Júnior; Alves, 2023).

A questão 10 foi direcionada para como a conscientização pública pode ser aumentada para promover o descarte responsável de pilhas e baterias. As sínteses das respostas e o número de estudantes e seus respectivos percentuais estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5: Compreensões dos estudantes sobre como a conscientização pública pode ser aumentada para promover o descarte responsável de pilhas e baterias (Questão 10).

Síntese das Respostas	Nº	%
Campanhas de conscientização, educação ambiental e ações governamentais podem desempenhar um papel fundamental para aumentar a adesão a essas práticas sustentáveis.	16	50
Com palestras conscientizando para a população.	12	38
Organizar eventos locais falando sobre a importância do descarte, usar as redes sociais para falar sobre.	1	3
Uma delas é nunca guardar em locais expostos ao calor e à umidade. Isso evita o vazamento de seu conteúdo. Além disso, é preferível a utilização de pilhas e baterias recarregáveis, pois têm maior durabilidade. É importante também retirar as pilhas do equipamento se ele for permanecer muito tempo sem uso.	1	3
Sendo feito em pontos específicos, como nas escolas, e tendo instruções de descarte na embalagem da pilha.	1	3
Tendo mais pontos de coletas	1	3

Fonte: Autora (2025).

A partir dos dados da tabela 5, se observa que dezesseis estudantes (50%) apontaram que campanhas de conscientização, educação ambiental e ações governamentais são fundamentais e podem aumentar a adesão das pessoas para promover o descarte responsável de pilhas e baterias. Outros doze estudantes (38%) responderam que as palestras de conscientização para a população podem contribuir no aumento da adesão. Um (3%) dos estudantes frisou a organização de eventos locais e o uso das redes sociais para discutir sobre a importância do descarte correto. Outro estudante (3%) respondeu que a conscientização pública pode ser feita em pontos específicos como nas escolas com instruções sobre o descarte adequado de pilhas e baterias. Um outro estudante (3%) respondeu que a conscientização pública pode ser realizada através de mais pontos de coleta. Outro estudante mencionou maior quantidade de pontos de coleta. E um estudante não expressou em sua resposta o que a questão abordava, isto é, como a conscientização pública pode ser aumentada para promover o descarte responsável de pilhas e baterias.

É pertinente destacar que ações como palestras públicas são importantes ferramentas para sensibilizar e provocar a reflexão do público (Nascimento Júnior; Alves, 2023). No sentido de instigar as empresas sobre sua responsabilidade no destino final de seus produtos, os encontros científicos e as palestras são recursos muito importantes (Bellini, 2018).

Analisando as questões do quadro 11, referente a parte 2 do questionário, se observa logo na questão 6, que trata sobre a importância da reciclagem de pilhas e baterias para a preservação dos recursos naturais, que as respostas dos estudantes evidenciam os aspectos sociais e ambientais de forma mais clara. . Porém, outras duas respostas apresentaram uma compreensão mais genérica sobre a necessidade desse tipo de reciclagem.

Na questão 7, os estudantes demonstraram compreensão acerca das alternativas sustentáveis para o descarte de pilhas e baterias. As respostas contemplam os aspectos científicos e tecnológicos “pilhas e baterias recarregáveis” e o aspecto social caracterizado nas respostas “pontos de coleta especializadas, cooperativas, etc.; políticas públicas e campanhas de conscientização”, ambos fatores associados a questão social.

Na questão 8, referente a quais métodos seguros e eficazes de descarte de pilhas e baterias em casa, os estudantes demonstraram conhecimentos dentro do

aspecto científico e tecnológico ao pontuarem procedimentos como “separar em lixeiras específicas, evitar contato com a umidade, isolar com plástico filme; cobrir as pilhas com fita adesiva para evitar curto circuito”. Além disso, foram identificados aspectos sociais e ambientais, ao indicarem como método seguro a “devolução” em locais apropriados.

A questão 9, pergunta como as empresas estão trabalhando para tornar seus produtos (pilhas e baterias) mais sustentáveis e fáceis de reciclar, e os alunos por meio de suas respostas, demonstram ter conhecimento tanto no aspecto científico como tecnológico sobre essa problemática, ao citarem como ações das empresas “investimento em tecnologia de material e design, reciclagem e implantação de logística reversa”, “reciclagem ou uso de baterias recarregáveis”. Quanto aos aspectos social e ambiental, estes também podem ser identificados por meio das respostas “programas de coleta” e “menos uso de substâncias tóxicas”, consequentemente. Uma das respostas apresentou uma fala de que as empresas, de forma generalizada, “não estão trabalhando, pois, o sustentável não traz lucro”. Essa resposta foi interessante dado que esse aspecto não foi abordado na intervenção pedagógica.

A maioria dos estudantes demonstrou compreensão sobre a questão 10, que buscou saber deles como a conscientização pública pode ser aumentada para promover o descarte responsável de pilhas e baterias. De acordo com as respostas, os aspectos sociais e tecnológicos foram destacados de uma maneira mais evidente. Os estudantes elencaram algumas estratégias para conscientização pública, indicando a educação ambiental, palestras, pontos de coleta e redes sociais, utilizando tecnologia para um alcance maior de pessoas. Uma das respostas revela a não compreensão da pergunta.

Esse quadro 11, mostra que os alunos apresentaram uma compreensão mais esclarecida sobre a questão do descarte incorreto de pilhas e baterias e de problemas e ações advindas dessa questão. Alguns aspectos CTSA ficaram mais evidentes nas respostas dos estudantes.

4.3 AVALIAÇÃO DE CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES DA ARTICULAÇÃO ENTRE A ABORDAGEM CTSA E A PHC NO CONTEXTO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Para as análises realizadas neste momento, foram consideradas, tanto as dimensões da abordagem CTSA como as categorias dialéticas da PHC (prática social inicial, problematização, instrumentação, catarse e prática social final).

A abordagem CTSA, no entendimento de Firme e Teixeira (2011) é importante destacar o conhecimento científico em intervenções sociais. Fortalecendo assim, as relações entre a ciência, tecnologia e sociedade (Firme; Silva, 2024). Portanto, era esperado que na intervenção pedagógica, as relações CTSA fossem abordadas diante da prática social “o descarte incorreto de pilhas e baterias”.

Nesse sentido, pode-se dizer que possibilidades da abordagem das relações CTSA ocorreram ao longo das atividades da intervenção pedagógica: 1) na exibição de vídeo “Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros”, no debate sobre as formas de evitar os problemas ocasionados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias e na aplicação do questionário (PARTE 1) foram exploradas as dimensões científica, social e ambiental; 2) no debate sobre os efeitos nocivos ao meio ambiente do descarte incorreto das pilhas e baterias ocorreu a abordagem das dimensões social e ambiental; 3) na aula expositiva e na atividade experimental houve a abordagem da dimensão científica; e 4) na produção da carta, na apresentação do seminário e na aplicação do questionário (PARTE 2) foram exploradas as dimensões científica, tecnológica, social e ambiental.

No debate após a exibição do vídeo, no momento 1 da intervenção pedagógica, por exemplo, o grupo 6 se posicionou da seguinte forma:

O descarte incorreto de pilhas e baterias no lugar lixo comum ou mesmo no meio ambiente é muito preocupante. Pelo vídeo que assistimos, vimos que a população é responsável por esses danos causados ao meio ambiente. Ficar jogando baterias e pilhas fora do lugar certo e sim no meio ambiente provoca muitos problemas, contamina rios, solo, isso é um absurdo você tem que descartar em lugar apropriado (Estudantes grupo 6).

Na colocação do grupo 6 são percebidas as dimensões social e ambiental do descarte incorreto de pilhas e baterias quando o grupo expressa a responsabilidade

das pessoas (dimensão social) e os problemas desse descarte no meio ambiente, como a contaminação dos rios e solo (dimensão ambiental).

Na aula expositiva, por exemplo, foram abordados conteúdos tais como: conceito de pilhas e baterias; funcionamento e uso das pilhas e baterias, impactos do descarte incorreto; e alternativas sustentáveis para o descarte correto desses dispositivos, possibilitando a abordagem das dimensões científicas, tecnológicas e sociais. Na atividade experimental, deu-se ênfase na dimensão científica.

No seminário apresentado pelo grupo pode-se dizer que foram abordadas as dimensões científica, tecnológica, social e ambiental relativas à prática social “O descarte incorreto de pilhas e baterias), dado que eles explanaram sobre: impactos à saúde (dimensão social), processos de reciclagem de pilhas e baterias e logística reversa (dimensões científica e tecnológica) e sustentabilidade e preservação do meio ambiente (dimensões social e ambiental).

Em relação à PHC, vale destacar que a intervenção pedagógica foi iniciada com a inserção da prática social “O descarte incorreto de pilhas e baterias”, conforme Saviani (2013; 2015; 2019).

Segundo Saviani (2013), é esperado inicialmente que a prática social seja inserida na discussão da sala de aula, pois possibilita aos estudantes expressarem seus conhecimentos e experiências cotidianas. Portanto, pode-se dizer que a exibição de vídeo “Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros”, o debate sobre as formas de evitar os problemas ocasionados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias e a aplicação de questionário (PARTE 1) foram atividades que contribuíram para os estudantes expressarem seus posicionamentos, ainda sincréticos e superficiais, diante da prática social em diversos aspectos.

No momento 2 da intervenção pedagógica, a partir da retomada do vídeo, os estudantes foram expostos a conhecimentos e experiências que lhes provocaram reação, reflexão, questionamentos quanto ao seu próprio papel naquele contexto. Eles identificaram a necessidade de se fazer algo sobre a questão do descarte inadequado de pilhas e baterias. E isso é um reflexo da problematização proposta por Saviani (1999) ao considerar que é preciso identificar problemas que podem ser resolvidos no contexto da prática social e, conseqüentemente, os conteúdos que precisarão ser abordados.

Nesse momento 2, a prática social foi problematizada com ênfase nos efeitos nocivos que as pilhas e baterias causam ao meio ambiente quando descartadas incorretamente. De acordo Saviani (1999), a problematização insere o indivíduo no cenário questionável. Entende-se que é por meio da vivência com um determinado problema, sobretudo, dentro da realidade social, que reflexões são construídas e o papel do indivíduo deixa de ser de mero observador e passa a ser também de protagonista, em uma perspectiva crítica.

No momento 3, a instrumentalização ocorreu por meio de aula expositiva dialogada e por meio da experimentação. Na experimentação, por exemplo, se observou um maior envolvimento não apenas com relação aos conhecimentos teóricos que estavam sendo abordados, mas principalmente com a atividade em si. Foi observado que o envolvimento com a experimentação desperta no estudante um novo olhar acerca do conhecimento científico. No contexto do ensino de ciências, como de Química, a experimentação pode promover o aprendizado daquilo que era considerado complicado pelos estudantes.

A experimentação no entendimento de Silva (2019) é uma prática necessária no processo de ensino de conhecimentos científicos, na perspectiva de atividades experimentais que colaboram para as mudanças de visões simplistas acerca de conhecimentos científicos.

Nessa perspectiva, Medeiros e Silva Júnior (2021), defendem que a prática dessas atividades experimentais motiva, desperta o interesse dos estudantes, instigando-os a buscarem conhecimento acerca de um determinado tema. Além disso, ainda segundo esses autores, essas atividades facilitam a compreensão da teoria, permitindo, inclusive a interação entre os estudantes ao envolverem-se nos trabalhos de grupo, facilitando também a interação entre professor e estudantes, criando oportunidades para a assimilação do conhecimento (Medeiros; Silva Júnior, 2021). Pode-se dizer que a experimentação leva os estudantes a se inserirem ativamente no processo de discussão e investigação, a aprendizagem é facilitada (Rodrigues *et al.*, 2019; Dorneles, 2021).

Portanto, a atividade de experimentação destaca-se por ser um importante instrumento utilizado, uma vez que pode proporcionar aos estudantes um suporte para aproximar teoria e prática, oportunizando a apreensão de conteúdo científico ao mesmo tempo que se vivencia esse conhecimento. Ao lidar com a construção de uma pilha de limão, por exemplo, os estudantes puderam associar conteúdo de

pilhas e baterias e a prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias”.

Nesse sentido, a aula e a atividade de experimentação potencializaram a instrumentalização dos alunos, como foi observado na análise das respostas deles às questões da ficha da atividade experimental, por exemplo.

Dessa forma, a aula expositiva dialogada e a atividade experimental foram ferramentas de instrumentalização dos estudantes. De acordo com Saviani (2008, p. 57), a instrumentalização visa a compreensão das camadas populares sobre seu papel social, especialmente no sentido de se libertarem da exploração em que vivem. Para ele, a instrumentalização refere-se ao momento em que os alunos se apropriam dos conhecimentos teóricos e práticos passados pelo professor, de forma direta ou indiretamente. Conforme Saviani (2008), esses instrumentos são produzidos pela própria sociedade e preservados pela história e a forma de instrumentalização do professor pode contribuir para que os estudantes possam equacionar o problema ou os problemas identificados sobre a prática social no momento da problematização.

Um último aspecto a destacar é a catarse. Para Saviani (2008), a catarse é o momento que são expressas novas compreensões da prática social, ou seja, é o momento em que é construída uma nova forma de entendimento que impulsiona o indivíduo à mudança. Na catarse, são incorporados de forma efetiva, os elementos culturais, tornando-se elementos ativos da transformação social (Saviani, 2012).

Saviani (2012) defende que o momento da catarse se caracteriza como fator principal do processo educativo e ocorre quando o entendimento da prática social ascendeu. Pode ser compreendida como o conhecimento sintético do estudante, quando ele expressa uma postura mental e um novo nível de conhecimento, ao ponto de espontaneamente expressar seu posicionamento mais seguro.

Os processos catárticos sinalizam o que Saviani (2013) denomina de prática social final, ou seja, representam o momento da real compreensão do aluno. Os processos catárticos dos estudantes foram instrumentos de mudança deles, tanto no aspecto individual como com participação coletiva. Por exemplo, diante da prática social “O descarte incorreto de pilhas e baterias”, eles demonstraram interesse para a diminuição dos impactos causados por esse descarte.

Dessa forma, todas as atividades vivenciadas pelos estudantes na intervenção pedagógica podem ter contribuído para eles terem desenvolvido seus

momentos catárticos, como, por exemplo, os debates, a aula expositiva dialogada, a atividade experimental, a apresentação do seminário, a produção das cartas e os questionários postos.

Neste ponto, pôde-se avaliar contribuições da articulação entre a abordagem CTSA e a PHC no contexto da intervenção pedagógica. Uma primeira contribuição dessa articulação foi considerar relações CTSA no âmbito do descarte incorreto de pilhas e baterias como prática social, ou seja, como prática humana produzida ao longo da história e acumulada pela sociedade (Galvão; Lavoura; Martins, 2019). Nesse sentido, “O descarte incorreto de pilhas e baterias” como prática social, abriu possibilidades para os estudantes compreenderem impactos desta prática para o meio ambiente, bem como diferentes formas de minimizar tais impactos, constituindo novas práticas sociais, como, por exemplo, implementar programas de coleta para estes dispositivos.

Uma segunda contribuição da articulação entre a abordagem CTSA e a PHC refere-se à problematização, a problematização das relações CTSA que constituem a prática social “O descarte incorreto de pilhas e baterias”. Isso porque, a partir da problematização da respectiva prática social com ênfase nos efeitos nocivos que as pilhas e baterias causam ao meio ambiente quando descartadas incorretamente, os estudantes puderam identificar que esse problema precisava ser resolvido, evidenciando assim a prática social (Saviani, 1999). E as questões que precisam ser resolvidas diante do descarte incorreto de pilhas e baterias pode ter contribuído nas práticas sociais sugerida pelos estudantes, como por exemplo, a implementação de programas de coleta para estes dispositivos. Vale destacar que, no contexto da intervenção pedagógica, não houve uma problematização mais expressiva acerca dimensão tecnológica.

Uma terceira contribuição da articulação entre a abordagem CTSA e a PHC volta-se para a instrumentalização. Em outras palavras, dos conhecimentos necessários para se compreender a prática social em suas dimensões científica, tecnológica, social e ambiental, dimensões essas constitutivas da abordagem CTSA. Entretanto, vale destacar que na instrumentalização no contexto da intervenção pedagógica, foram abordados apenas as dimensões científica e tecnológica, deixando uma lacuna para a instrumentalização de conhecimentos nas dimensões sociais e ambientais, como, por exemplo, discussão sobre problemas de saúde

causados pela contaminação da água devido ao descarte incorreto de pilhas e baterias.

Uma última contribuição é entender a aprendizagem dos estudantes como processos cartáticos e compreender a catarse como mudança qualitativa da prática social, como a prática social final (Saviani, 2019). Ou seja, compreender as mudanças qualitativas expressas nas colocações dos estudantes diante das relações CTSA presentes na prática social “O descarte incorreto de pilhas e baterias” como catarse. Nesse sentido, pode-se identificar como momentos cartáticos, as colocações dos estudantes no seminário e nas cartas elaboradas por eles.

Evidências de processos cartáticos podem ser identificadas nas cartas escritas pelas estudantes, por exemplo. Isso porque, algumas das compreensões postas nas cartas foram observadas nas concepções prévias dos estudantes, como, por exemplo, a necessidade de conscientização e de um local específico para se fazer esse tipo de descarte, mas outras compreensões emergiram nas cartas, tais como, o entendimento da necessidade de parcerias especializadas e a compreensão de estar em um mundo cada vez mais tecnológico e do grande uso de eletrônicos, como ilustra-se nos quatro trechos da carta da estudante Bateria.

em nosso dia a dia, nos deparamos constantemente com o grande uso de eletrônicos (Trecho 1).

as consequências do descarte inadequado são grandes, mas pouco reconhecidas e valorizadas. Por ser um produto eletrônico contém substâncias tóxicas que podem afetar consideravelmente o meio ambiente e até mesmo o ambiente de nossa sociedade, poluindo o os ambientes em si (trecho 2).

os pontos de coleta desses produtos são poucos e em lugares limitados, não incluindo toda a população localizados em, por exemplo, escolas privadas ou em bairros grandes, o acesso fica limitado para a grande parte da população do Recife, como pessoas de periferias ou bairros pequenos e distantes (Trecho 3).

[...] que a prefeitura e os superiores instalem novos pontos de descarte de pilhas e baterias em lugares mais acessíveis e em grande quantidade lugares como: escola pública, postos de saúde, bairros pequenos e mais farmácias (Trecho 4).

A partir desses trechos da carta da estudante Bateria, observa-se que ela, inicialmente, apresenta um fato constatado, o grande uso de produtos eletrônicos.

Em seguida, ela problematiza o descarte desses produtos destacando a poluição causada pelas substâncias tóxicas presentes nas pilhas e baterias presentes nos produtos eletrônicos e a falta de conhecimento e valorização acerca dos problemas causados pelo descarte incorreto. Posteriormente, ela apresenta sugestões para minimizar o descarte incorreto de pilhas e baterias, como, por exemplo, pontos de coleta. Por fim, a estudante Bateria sinaliza a responsabilidade da prefeitura nesse processo ao sugerir que ela instale “novos pontos de descarte de pilhas e baterias em lugares mais acessíveis e em grande quantidade lugares como: escola pública, postos de saúde, bairros pequenos e mais farmácias”. É nessa perspectiva que se compreende as colocações da estudante Bateria como evidência de processos cartáticos.

Portanto, ao final da avaliação de contribuições e limitações da articulação entre a abordagem CTSA e a PHC no contexto da intervenção pedagógica, pode-se dizer que existe uma articulação entre CTSA e PHC que evidencia um conjunto de ideias que podem contribuir e fortalecer as práticas pedagógicas críticas interligadas com a mudança da realidade educacional (Nogueira; Barroso, 2025).

Em síntese, entende-se nesta dissertação que a articulação entre a abordagem CTSA e a PHC contribui para “a compreensão das múltiplas determinações de diversas práticas sociais relacionadas às práticas científicas e tecnológicas, [...]” pelos estudantes, como, por exemplo, a compreensão do descarte incorreto de pilhas e baterias em suas dimensões científica, tecnológica, social e ambiental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo de pesquisa que culminou nesta dissertação foi o de analisar compreensões de estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias, em suas diferentes dimensões científica, tecnológica, social e ambiental, a partir de uma intervenção pedagógica fundamentada nos pressupostos da abordagem CTSA e da PHC.

Nesta perspectiva, alguns resultados da pesquisa podem ser destacados. Quanto ao objetivo específico de identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias em seus aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, pôde-se identificar fragilidades na dimensão científica e na dimensão tecnológica. Por exemplo, na dimensão científica a maioria dos estudantes não soube responder sobre a composição das pilhas e baterias e, na dimensão tecnológica, por sua vez, apenas em um grupo, no momento do debate, foi identificada esta dimensão, quando esse grupo mencionou que algumas marcas de pilhas, “aumentam a qualidade das pilhas, melhora o seu uso a sua durabilidade para que cada vez mais seja menor a quantidade de pilhas sendo descartadas de forma errada. ... [...] com tecnologia avançada para que dure mais tempo como o celular [...]”. Embora, alguns estudantes tenham mencionado reciclagem, separação de pilhas e baterias do lixo doméstico ou empresarial e fabricação de produtos recicláveis, não o fizeram com maiores detalhes do ponto de vista tecnológico.

Ainda sobre as concepções prévias, os estudantes expressaram compreensões mais plausíveis e com maior facilidade para as dimensões social e ambiental relativas ao descarte incorreto de pilhas e baterias, como por exemplo, ao mostrarem conhecimento dos problemas causados pelas pilhas e baterias para o meio ambiente e para a saúde das pessoas quando descartados incorretamente e das possibilidades de melhorar esse cenário, apontando conscientização, reciclagem e a separação de pilhas e baterias do lixo doméstico ou empresarial, fabricação de produtos recicláveis, soluções como políticas públicas e campanhas educativas e os coletores postos em diversos ambientes sociais.

Em relação ao objetivo específico de analisar reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias considerando dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, algumas

delas foram identificadas, como, por exemplo, compreensões mais fundamentadas sobre a questão do descarte irregular de pilhas e baterias e de problemas e ações advindas dessa questão.

Algumas evidências podem ser consideradas neste sentido, como, por exemplo, as cartas escritas pelas estudantes ao prefeito da cidade do Recife. Na carta 1, por exemplo, a aluna Redução compreendeu a associação entre o descarte incorreto de pilhas e baterias, a implementação de um programa de reciclagem na cidade e o desenvolvimento sustentável da cidade do Recife. Entretanto, alguns estudantes ainda expressaram compreensões não coerentes do ponto de vista ciência em relação, por exemplo, ao papel do eletrólito e à liberação de elétrons pelo ânodo.

E quanto ao terceiro objetivo de avaliar contribuições e limitações da articulação entre a abordagem CTSA e a PHC no contexto da intervenção pedagógica, foram identificadas mais contribuições que limitações. Dentre as contribuições destacam-se: considerar relações CTSA no âmbito do descarte incorreto de pilhas e baterias como prática social; a possibilidade de problematização das relações CTSA que constituem a prática social; a compreensão da instrumentalização como o momento de abordar conhecimentos necessários para se compreender a prática social em suas dimensões científica, tecnológica, social e ambiental, por meio da instrumentalização; conceber as mudanças qualitativas expressas nas colocações dos estudantes diante das relações CTSA presentes na prática social “O descarte incorreto de pilhas e baterias” como catarse.

Como o fazer ciência é uma atividade humana, algumas dificuldades foram postas para o desenvolvimento desta pesquisa, como a morosidade em dar efetivamente início a intervenção pedagógica, mesmo com a aprovação concedida pelo Comitê de Ética na Pesquisa (CEP), e essa espera criou certa expectativa com relação ao tempo para o desenvolvimento do estudo. A escola, contexto da pesquisa, sempre está envolvida em projetos, isso causou um certo atraso para a aplicação da intervenção pedagógica. O CEP autorizou a pesquisa em julho, entretanto, só foi possível começar a intervenção pedagógica no final do mês de outubro, pois existiam outros projetos sendo realizados, dessa forma, essa pesquisa precisou aguardar até que a gestão escolar permitisse sua realização.

Outra dificuldade foi a relutância inicial dos estudantes em participarem do estudo. Isso porque quando foi apresentada a proposta da pesquisa, eles

apresentaram resistência, argumentado que não compreendiam bem sobre a disciplina de Química e que por isso não desejavam participar. A dificuldade em convencer alguns estudantes a participar ativamente das aulas pode estar associada ao fato de ser uma abordagem que envolvia questões que precisavam da efetiva interação dos alunos, além de ser uma proposta inserindo conteúdos da disciplina de Química, a qual, naturalmente não atrai o interesse de alguns estudantes. Mas com muito diálogo, os estudantes decidiram participar da pesquisa.

A demora dos alunos e familiares na devolutiva dos documentos de autorização para participarem da pesquisa foi outra dificuldade que causou uma limitação na quantidade de estudantes participantes, pois alguns não entregaram o TALE assinado, impossibilitando participação desses.

É importante destacar que a limitação do tempo para a realização da intervenção pedagógica foi um fator desafiador, considerando que o tempo estimado para as aulas pareceu reduzido diante do número de estudantes que estavam participando. Para otimizar o tempo, foram criados grupos e assim, dinamizar as atividades a serem realizadas.

Como sugestão para pesquisas futuras que busquem investigar intervenções pedagógicas fundamentadas na articulação da abordagem CTSA e da PHC, destaca-se uma maior atenção para a dimensão tecnológica. Ou seja, abordar esta dimensão em todos os momentos dessas intervenções poderia se constituir em uma agenda de pesquisa.

Neste momento, peço licença ao leitor para me colocar na primeira pessoa do singular, o que não é muito comum em um texto acadêmico-científico. A partir de uma vasta experiência em sala de aula, que tenho como docente da disciplina de Química, percebo que muitos estudantes apresentam algumas dificuldades com essa disciplina. Conforme os discursos de alguns alunos, trata-se de uma matéria difícil de compreender e percebo, que diante dessa crença, muitos estudantes oferecem resistência às atividades inseridas no ensino dessa ciência.

Entretanto, a partir de situações do cotidiano de cada indivíduo é possível elaborar métodos de ensino que integram teoria e prática, inserindo esses estudantes como elementos atuantes no processo de ensino e aprendizagem de maneira objetiva, dinâmica e satisfatória, como foi o caso desta pesquisa ao fundamentar a intervenção pedagógica na abordagem CTSA e na PHC a partir do descarte incorreto de pilhas e baterias como prática social.

Portanto, entende-se que a articulação entre essas duas perspectivas no ensino de Química contribui para uma abordagem contextualizada e para uma formação crítica dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ALVES, Jacqueline Querino; MARTINS, Tássia Joi; ANDRADE, J. de J. Documentos Normativos e Orientadores da Educação Básica: a nova BNCC e o ensino de Química. **Currículo sem Fronteiras**, v. 21, n. 1, p. 241-268, 2021.

ANDRADE, Letícia V.; ZIMMER, Cinthia G. Galvanização: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Quím. nova esc.** São Paulo-SP, v. 43, n. 3, p. 298-304, agosto, 2021.

ARRIGO, Viviane; ALEXANDRE, Maria Cristina Lalli; ASSAI, Natany Dayani Souza. O Ensino de Química e a Educação Ambiental: Uma Proposta para Trabalhar Conteúdos de Pilhas e Baterias. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n.5, 306-325, 2018.

ATKINS, P; Jones, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente, Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOSCHI Nerilso; FERRACIN, Luiz Carlos; BIAGGIO, Sonia Regina. **Pilhas e Baterias**: Funcionamento e Impacto Ambiental. Sociedade Brasileira de Química, n. 11, 2000. Disponível em: https://qnint.s bq.org.br/qni/popup_visualizarConceito.php?idConceito=45&semFrame=1. Acesso em: fev. 2024.

BRASIL. Resolução Conama n° 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, no 215, p. 108-109, 5 nov. 2008.

BRASIL. CONAMA. **Resolução N° 257, de 30 de junho de 1999**; e n° 263, de 12 de novembro de 1999.

BRASIL. CONAMA. **Resolução N° 275, de 25 de abril de 2001** e DOU n° 117, de 19 de junho de 2001.

BRASIL. CONAMA. **Resolução N° 401, de 04 de novembro de 2008**; e n° 215, de 05 novembro de 2008.

BRASIL. Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. **Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: dez., 2023.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC. **Base nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica: **Orientações curriculares para o ensino médio**; volume 2. Brasília, 2006.

BROWN, T. L. *et al.* **Química**: A ciência Central. 13 ed., São Paulo: Person Education do Brasil, 2016.

CAMPAGNOLO, Karla; SILVEIRA, Geraldo Lopes da; MIOLA, Alessandro Carvalho; SILVA, Regis Leandro Lopes da. Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, jul.-sep., 2017.

CHRISPINO, Álvaro. **Introdução aos enfoques CTS**: ciência, tecnologia e sociedade na educação e no ensino. 1. ed. Madrid: OEI, 2017.

COSTA, Jadsom Martins; FERREIRA, Denison Bispo; CUNHA, Amanda Lima; SANTOS, Aldenir Feitosa dos. Educação ambiental no correto descarte de pilhas e baterias. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, e10212138216, 2023.

DAMIANI, Magda Floriana; ROCHEFORT, Renato Siqueira; CASTRO, Rafael Fonseca de; DARIZ, Marion Rodrigues; Pinheiro, Silvia Siqueira. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 45, p. 57-67, maio/agosto 2013

DORNELES, Vivian Tedesco. **Processos Eletroquímicos de corrosão e Abordagem CTSA**: construção de uma sequência didática no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Química). Universidade Federal Fluminense. Volta Redonda, 2021.

FELTRE, R. **Química**. 6 ed., São Paulo: Moderna, 2004.

FERREIRA, Adryele da Silva; GONÇALVES, A. M.; SALGADO, Jeisa Tainara Schaefer. Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 4, p. 1707-1720, 2021.

FIRME, Ruth do Nascimento; SILVA, Thais Soares da. Análise de uma sequência de ensino-aprendizagem com abordagem ciência-tecnologia-sociedade à luz da pedagogia histórico-crítica. **Educación Química**, v. 35, n. 1, pp. 77-90, 2024.

FIRME, Ruth do Nascimento; SILVA, Thais Soares da. O discurso argumentativo de uma professora de química na vivência de uma abordagem CTS em sua sala de aula. In: SANTOS, W. L. P dos; AULER, D. (Orgs.). **CTS e Educação Científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

FRAGAL, V. H. *et al.* Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre reatividade de metais. **Química Nova na Escola**, vol. 33, nº 4, 2011, p. 216-222.

FREIRE, Paulo. **Educação e Mudança**. Tradução de Moacir Gadotti e Lillian Lopes Martin. – Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREITAS, Marcelo Batista de. **Resíduos eletroeletrônicos como tema de educação ambiental no ensino médio**. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. [recurso eletrônico]. 2018.

GAMA, C. N.; MARSIGLIA, A. C. G. Dermeval Saviani: produção acadêmica e história de uma vida dedicada à educação. In: PASQUALINI, J. C., TEIXEIRA, L. A., AGUDO, M. M. (Orgs.), **Pedagogia histórico-crítica: legados e perspectivas** (p. 13–48). Uberlândia/Minas Gerais: Navegando Publicações. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010,

LAGARES, Rosilene; ALMEIDA, Greice Quele Mesquita. Pedagogia Histórico-Crítica: um projeto de educação pública. **HOLOS**, [S. l.], v. 8, p. 1–13, 2021. DOI: 10.15628/holos.2021.13164. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/13164>. Acesso em: 25 jul. 2023.

LOPES, Silmara A. **Introdução à pedagogia histórico-crítica (PHC)**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2020. 162p.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; CRUZ NETO, Otávio; GOMES, Romeu. **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 29. ed. Petrópolis, RJ, Vozes. 2010.

MONTEIRO, Adriana Roseno. Educação ambiental: um itinerário para a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida nas cidades. **Revista de Direito da Cidade**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 830–850, 2020.

MORAES, Francisco das Chagas Torres de; LINO NETO, Sebastião; LOPES, Rubens Bruno Noronha; SANTOS, Bruno Moraes Batista; BRITO, Élica Karla Alves de; SANTOS, Nádia Farias dos. Ensino de Química no Contexto da BNCC e da Reforma do Ensino Médio: Uma Análise da Perspectiva Docente. Conedu VII Congresso Nacional de Educação. **Plataforma Espaço Digital. Anais VII CONEDU**.ISSN: 2358-8829. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/89123>. Acesso em: dez., 2023.

MUNDO EDUCAÇÃO. Eletroquímica. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/eletroquimica.htm>. Acesso em: fev. 2024.

NASCIMENTO JUNIOR, José do; ALVES, Gilcean Silva. Pós-consumo e descarte de pilhas e baterias eletrônicas no IFPB, João Pessoa. **Revista Educação, Pesquisa e Inclusão**, v. 4, p. 1-22, 2023.

NOGUEIRA, Avinnys da C.; BARROSO, Maria Cleide da S. A abordagem dos estudos de “ciência, tecnologia e sociedade” sob o olhar da “pedagogia histórico-crítica”. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 23, n. 67, Boa Vista, 2025.

OLIVEIRA, Andira Drielli; SIMONETTO, Kátia Cardoso Campos. A formação crítica por meio de práticas pedagógicas que estimulem a autonomia. **Revista Eletrônica Científica Inovação Tecnologia**, v. 8, n. 16, 2017.

PANIAGUA, Cleiseano Emanuel da Silva (Org.). **Pesquisas científicas e o ensino de química 3**. Ponta Grossa. PR: Atena, 2022.

PATROCÍNIO, Analouise Almeida do. **O ensino de Eletroquímica a partir de uma abordagem Sócio-Histórica**. Dissertação. (Mestrado em Ensino). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador/BA, 2018.

PEREIRA, Terezinha Lima; WAGNER, Valdilene; GASPARIN, João Luiz. O método Gaspariano como perspectiva crítica de qualificação didática no ensino superior: pesquisa-ação. **Revista Brasileira de Educação**, v. 27 e270080, 2022.

PERNAMBUCO. Secretaria Executiva de Desenvolvimento da Educação. Unidade Curricular. **Tratamento de Resíduos Orgânicos**. Material de Apoio à ação docente. Gerência Geral de Ensino Médio e anos finais do ensino fundamental Gerência de Políticas Públicas Educacionais do Ensino Médio. Recife, 2023.

PERNAMBUCO. **Lei n. Lei n. 15.084 de 06 de setembro de 2013**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de coletores de lixo eletrônico pelas empresas que comercializam ...Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=2912#:~:text=Texto%20Original&text=LEI%20N%C2%BA%2015.084%2C%20DE%206,Pernambuco%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A1ncias>. Acesso em: set. 2025.

QUARTIERI, Renata. **Potencial, Energia Potencial Elétrica e Trabalho no Campo Elétrico**. 2015. Disponível em: <https://renataquartieri.com/vestibular-2/exercicios/trabalho-no-campo-eletrico/>. Acesso em: set. 2023.

ROBSON, Colin. **Real World Research**. Oxford: Blackwell, 1995.

RODRIGUES, Rogério Pacheco; SILVA, Flávia Fernanda Alves da; FARIAS, Waldiclécio Ribeiro; FARIA, Denise Medeiros; Vieira, Lucas Miranda; Resende, Erika Crispim. **Pilhas e Baterias**: desenvolvimento de oficina temática para o ensino de eletroquímica. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.14, n.1, 2019.

SANTIAGO, Debora Dalila da Silva Almeida. **Letramento científico através da abordagem CTSA para um curso de pedagogia**. Dissertação (Mestrado em

Ensino) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semiárido, 2020.

SAVIANI, Demerval. A **pedagogia histórico-crítica, as lutas de classe e a educação escolar**. **Germinal**: Marxismo e Educação em Debate, 5(2), 25-46. 2013. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/9697/7085>. Acesso em: set.2023.

SAVIANI, Demerval. Conferência: Crise estrutural, conjuntura nacional, coronavírus e educação – o desmonte da educação nacional. **Revista Exitus, Santarém/PA**, Vol. 10, p. 01-25, 2020

SAVIANI, Demerval. **Escola e democracia**. 40ed. Campinas, SP: Autores Associados. 2008

SAVIANI, Demerval. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. 12ed. Campinas, SP: Autores Associados. 2011.

SAVIANI, Demerval. **Pedagogia Histórico-crítica, Quadragésimo ano**: Novas Aproximações. Campinas, SP: Autores Associados. 2019

SAVIANI, Demerval. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações, 12 ed. Campinas, SP: Autores Associados. 2012

SILVA, Ana Paula santos da. **Educação Ambiental em uma abordagem CTSA na educação Básica**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

SILVA, Eliane Giselle; Royer, Marcia Regina; Zanatta, Shalimar Calegari. Educação Ambiental no ensino de química: revisão de práticas didático-pedagógicas sobre pilhas e baterias no Ensino Médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 1, 56-71. 2022.

SILVA, Wilson Antonio da. **Contribuições da articulação entre a Educação Problematicadora de Paulo Freire e a Educação CTSA para o Ensino de Química à luz da Investigação Temática**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, 2023.

SILVA, Elio de Angeles Nicole da; Jesus, Christiany Pratissoli Fernandes de; Mendes, Ana Nery Furlan; Rocha, Sandra Mara Santana. Jogando com a química: um instrumento de aprendizagem no ensino da eletroquímica. **Educitec, Manaus**, v. 05, n. 10, p. 39-54, mar. 2019. Edição especial.

SILVA, Leandro Pereira da. Metodologia da Pedagogia Histórico-Crítica: da prática social à prática social. **EFDeportes.com, Revista Digital**. Buenos Aires - Año 20 - Nº 205 - Junio de 2015. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd205/metodologia-da-pedagogia-historico-critica.htm>. Acesso em: 25 maio, 2023

SKOOG, D. A. *et al.* **Fundamentos da química analítica**, 9 ed., São Paulo: Cengage Learning, 2012, p. 753-763.

SOARES; Lucas de Vasconcelos; Colares, Maria Lilí Imbiriba Sousa; LOMBARDI, José Claudinei. Resistir e avançar na educação pública: contribuições da pedagogia histórico-crítica. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 15, n. 34, e17109, 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. Química e Sociedade. **Pilhas e Baterias**. Química Nova na Escola, n. 11, maio, 2000. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>. Acesso em: fev. 2024.

UNIVERSIDADE DAS NAÇÕES UNIDAS. The Global E-wasteMonitor. Relatório. **Brasil é o quinto maior produtor de lixo eletrônico**. Março, 2023. Disponível em: ><https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2023/03/15/pilhas-e-baterias-como-fazer-o-descarte-correto.htm>, Acesso em: set. 2023.

VÁZQUEZ, A. S. **Filosofia da Praxis**. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1977

VIEIRA, Rui Marques. Ciência-tecnologia-sociedade com pensamento crítico na educação em ciências desde os primeiros anos de escolaridade. **Revista Ciências & Ideias**, v.12, n. 3, pp. 161-172, 2021.

VIEIRA; Danielle de Oliveira; Braga, Marcel Bruno Pereira; Passos, Raimundo Ribeiro; Farias, Sidilene de Aquino. Estudos sobre o ensino e aprendizagem de conceitos em eletroquímica: uma revisão. **ENCITEC**, Santo Ângelo, v. 11, n. 1., p. 172-188, jan./abr. 2021.

VILCHES, Amparo; PÉREZ, Daniel Gil; PRAIA, João. **De CTS a CTSA: Educação por um futuro sustentável**. CTS e Educação científica, desafio, tendências e resultados de pesquisa (pp.161-184). Cap. 6. São Paulo: Editora: Editora Universidade de Brasília, 2011.

ANEXO 1 - CARTA DE ANUÊNCIA**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos (o) a pesquisador (a) (Angela Cecília Soares Guerra), a desenvolver o seu projeto de pesquisa (Análise de compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre o conteúdo de pilhas no contexto de uma intervenção pedagógica na abordagem CTSA à luz da PHC), que está sob a coordenação/orientação do (a) Prof. (a) (Ruth do Nascimento Firme) cujo objetivo é (Analisar compreensões de estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre o conteúdo de Pilhas a partir de uma intervenção pedagógica na abordagem CTSA à luz da PHC), na Escola de Referência do Ensino Médio Santa Paula Frassinetti.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Local, em ____ / ____ / ____.

Nome/assinatura e **carimbo** do responsável onde a pesquisa será realizada

ANEXO 2 – FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS



MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: ANÁLISE DE COMPREENSÕES DOS ESTUDANTES SOBRE O DESCARTE INCORRETO DE PILHAS E BATERIAS E SOBRE O CONTEÚDO DE PILHAS NO CONTEXTO DE UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA ABORDAGEM CTSA À LUZ DA PHC.			
2. Número de Participantes da Pesquisa: 80			
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra , Grande Área 7. Ciências Humanas			
PESQUISADOR			
5. Nome: ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA			
6. CPF: 507.801.744-53		7. Endereço (Rua, n.º): Rua Quarenta e Oito-A RIO DOCE Quadra 25 Bloco C Aptº 301,65 OLINDA PERNAMBUCO 53080730	
8. Nacionalidade: BRASILEIRO		9. Telefone: 81997363295	10. Outro Telefone:
11. Email: angelacecilia.acsg@gmail.com			
<p>Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.</p> <p style="text-align: center;">Data: <u>17</u> / <u>04</u> / <u>2024</u></p> <p style="text-align: right;"><u>Angela Cecília Soares Guerra</u> Assinatura</p>			
INSTITUIÇÃO PROPONENTE			
12. Nome: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO- UFRPE		13. CNPJ: 24.416.174/0001-06	
14. Unidade/Órgão:		15. Telefone: (81) 3320-6081	
16. Outro Telefone:			
<p>Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.</p> <p>Responsável: _____ CPF: _____</p> <p>Cargo/Função: _____</p> <p style="text-align: center;">Data: _____ / _____ / _____</p> <p style="text-align: right;">_____ Assinatura</p>			
PATROCINADOR PRINCIPAL			
Não se aplica.			

ANEXO 3 – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: Análise de compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre o conteúdo de pilhas no contexto de uma intervenção pedagógica na abordagem CTSA à luz da PHC.

Pesquisador responsável: Angela Cecília Soares Guerra

Instituição/Departamento de origem do pesquisador: UFRPE – Departamento de Química

Telefone para contato: (81) 997363295

E-mail: angelacecilia.acsg@gmail.com

O pesquisador do projeto supramencionado assume o compromisso de:

- Garantir que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE e que os dados coletados serão armazenados pelo período mínimo de 05 anos após o término da pesquisa;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados serão estudados e divulgados apenas em eventos ou publicações científicas, de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificá-los;
- Garantir o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais, além do devido respeito à dignidade humana;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Assegurar que os resultados da pesquisa serão anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Final da pesquisa;

Recife, 11 de Abril de 2024


Assinatura Pesquisador Responsável

APÊNDICE A – TERMO DE ASSENTAMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) _____ (ou menor que está sob sua responsabilidade) para participar, como voluntário (a), da pesquisa: Análise de compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre o conteúdo de pilhas no contexto de uma intervenção pedagógica na abordagem à luz da PHC.

Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Angela Cecília Soares Guerra, Rua 48 A, Quadra 25- Bloco C, N° 65. Apto 301 - IV Etapa - Rio Doce – Olinda, CEP 53080-730. Contatos: angelacecilia.acsg@gmail.com e (81) 997363295 (inclusive para ligações a cobrar). Esta pesquisa está sob a orientação de: Ruth do Nascimento Firme nos contatos: (81) 33205414 e ruthquimica.ufrpe@gmail.com.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

☐ Descrição da pesquisa: Esta pesquisa tem como objetivo analisar compreensões de estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre o conteúdo de Pilhas a partir de uma intervenção pedagógica na abordagem CTSA à luz da PHC. Nesse sentido, a intervenção pedagógica com abordagem CTSA foi

fundamentada nos pressupostos da PHC, mais especificamente, nos cinco momentos interdependentes e articulados, que significativamente servem como apoio ao educador, propostos por Saviani (2015): prática social inicial; problematização; instrumentalização; catarse e prática social final. Na Introdução da prática social (o uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias) serão realizadas as seguintes atividades: Exibição de vídeo; Debate sobre as formas de evitar os problemas ocasionados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias; Aplicação de questionário sobre pilhas e baterias, para que servem, como funcionam, como são descartados esses dispositivos. Na problematização, será realizada a retomada da exibição de vídeo, e será feito um debate sobre os efeitos nocivos ao meio ambiente do descarte incorreto das pilhas e baterias). No momento da Instrumentalização teremos a aula expositiva dialogada e a atividade experimental. No momento da Catarse, será feita a produção de uma carta às autoridades do poder público alertando sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias. Por fim, no momento da Prática social como ponto de chegada, será feita a apresentação de seminários sobre o descarte de pilhas e baterias e ações que podem ser desenvolvidas, como o uso correto dos coletores e pilhas instalados na escola e a coleta de pilhas e baterias em suas residências.

□ Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa: A pesquisa será realizada no segundo semestre de 2024 entre os meses de agosto à novembro, durante as aulas da disciplina de Tratamento de Resíduos Orgânicos.

□ RISCOS diretos para o voluntário: Os possíveis riscos decorrentes da participação dos participantes de pesquisa são: exposição, estigmatização, divulgação de informações ou imagens, e intromissão da privacidade. Contudo, ressaltamos que a identidade dos participantes não será divulgada, asseguramos à confidencialidade dos dados e à proteção das gravações, arquivando os mesmos em um drive seguro. Além disso, durante a aplicação das instrumentalizações em sala de aula, realizaremos uma aula experimental com a construção de pilhas e baterias com batata e limão (não haverá reagentes químicos) em série que exigirá cuidados e não oferecerá riscos aos estudantes, entretanto, caso algum estudante apresente desconforto em participar, o mesmo será convidado a realizar os registros observados para ajudar os demais colegas da sala. Dessa forma, caso sejam percebidos sinais desconforto e/ou de origem física, psíquica, moral, intelectual,

social, cultural ou espiritual, ao longo da pesquisa, o pesquisador entrará em contato particular com o(s) participante(s) de pesquisa para melhor compreendê-lo(s) e juntos poderão traçar alternativas (tais como: mudança de grupo durante as atividades e/ou desvio do foco da gravação em áudio) para evitar maiores desconfortos e/ou estigmatização.

□ BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários: Os benefícios esperados com o resultado desta pesquisa vão subsidiar as práticas pedagógicas a partir da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e da Pedagogia Histórico Crítica (PHC) no ensino do conteúdo de Eletroquímica para estudantes do 2º ano do ensino médio. Além disso, é esperado que os estudantes adquiram compreensões mais amplas sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias que podem ser transformados em elementos ativos de transformação social. Dessa forma, o estudo apresentará como finalidade a contribuição para solução de determinados problemas práticos do cotidiano dos estudantes. Ou seja, espera-se que os mesmos adquiriram uma aplicabilidade e ampliação do conhecimento na prática, bem como, uma conscientização crítica sobre as pilhas e baterias. Além disso, será garantido o acesso, pelos participantes de pesquisa, aos procedimentos, produtos desenvolvidos pelos pesquisadores para usufruto em futuras aulas, e também aos resultados desta pesquisa, no decorrer e após sua conclusão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (gravações em vídeo, narrativas autobiográficas), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora Angela Cecília, pelo período mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, (ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo Análise de compreensões dos estudantes sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre o conteúdo de pilhas no contexto de uma intervenção pedagógica na abordagem à luz da PHC, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de seu acompanhamento/ assistência/tratamento) para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:

Nome:

Assinatura:

Assinatura:

APÊNDICE B – MODELO DE CARTA AOS PREFEITOS

Carta aberta ao Prefeito da Cidade do Recife

Ao Exmo. Sr. João Campos
Cais do Apolo, 925 - Recife, PE, 50030-230

Esta carta foi elaborada por um grupo de alunos da escola de Referência do Ensino Médio Santa Paula Frassinetti situada no Bairro do Espinheiro, que atende estudantes do 1º ano ao 3º ano, com a finalidade de propor sugestão para que haja uma adequada e mais efetiva pontos de coleta de pilhas e baterias em nossa cidade, tendo em vista a grande demanda desse tipo de lixo tão nocivo ao meio ambiente e a sociedade.

Nas últimas décadas, de forma bastante acelerada as inovações tecnológicas vêm ganhando cada vez mais espaço, sobretudo, o consumo de produtos como aparelhos *smartphones* e tantos outros objetos eletrônicos como laptops, controles remotos, aparelhos de vídeo game, lanternas, dentre outros eletroportáteis de modo geral. O fato é que na mesma velocidade em que esses produtos são consumidos, seus componentes como pilhas e baterias são descartados inadequadamente no meio ambiente. E esse lixo eletrônico vem causando grandes problemas ambientais e, conseqüentemente sociais.

De acordo com o relatório The Global E-waste Monitor, elaborado pela Universidade das Nações Unidas ([https://www.uol.com.br/eco/ultimas-noticias/2023/03/15/pilhas-e-baterias-como-fazer-o_descarte-correto.htm](https://www.uol.com.br/eco/ultimas-noticias/2023/03/15/pilhas-e-baterias-como-fazer-o-descarte-correto.htm) , 2023):

Todos os anos mais de 53 milhões de toneladas de lixo eletrônico são descartadas em todo o mundo e o Brasil ocupa o quinto lugar no ranking de maior produtor de lixo no mundo, com 2,1 mil toneladas de eletrônicos descartados anualmente.

O descarte inadequado desses componentes tecnológicos prejudica a preservação da natureza através da contaminação do ao meio ambiente. A contaminação provocada por esses sistemas eletroquímicos causa grandes danos à saúde humana, colocando-se inclusive como um problema de saúde pública.

Na composição de pilhas e baterias estão os metais pesados como mercúrio (Hg) que podem afetar diretamente o sistema nervoso; o zinco (Zn) que afeta drasticamente o sistema gastrointestinal e outros problemas; o chumbo (Pb) que prejudica a memória, provoca dores musculares e depressão; o cádmio (Cd) que aumenta a pressão arterial e causa danos ao sistema imunológico e o cobre (Cu) que causa grandes danos aos rins, dentre outros problemas provoca a anemia hemolítica. São metais pesados que podem desencadear graves doenças como câncer, lesões no cérebro, disfunções pulmonares, entre outras. Elementos que prejudicam a saúde significativamente, e têm alto potencial de contaminação do solo, vegetação e lençóis freáticos (Silva; Royer; Zanatta, 2022).

Na cidade do Recife, são poucos os pontos públicos de coleta desse tipo de lixo eletrônico. Estão presentes de forma mais expressiva em grandes shoppings da cidade, lojas, farmácias e instituições de ensino, todas instituições da rede privada. Entretanto, diante do risco que oferece a sociedade, observa-se de grande necessidade, a ampliação de pontos de coleta de pilhas e baterias, afim de minimizar os danos causados por esses dispositivos ao serem descartados no meio ambiente.

Nesse sentido, como sugestão, seria muito importante que em todas as escolas públicas, de uma forma mais abrangente, houvesse um ponto de coleta de pilhas e baterias, considerando o volume de pessoas que transitam neste ambiente e também por ser um espaço de aprendizagem e conscientização acerca da preservação do meio ambiente e responsabilidade social.

Acreditamos que existirem pontos de coleta de pilhas e baterias nas escolas da rede pública, além de ser um local acessível a todas as classes sociais, é uma valiosa oportunidade de se gerar uma responsabilidade socioambiental, desde a fixação do aprendizado dos conteúdos abordados em sala de aula, à conscientização do papel social de cada pessoa com relação à sua atuação junto à preservação do meio ambiente.

Desde já, estamos gratos por todos os esforços que a Prefeitura do Recife vem empregando para tornar a Educação na cidade do Recife uma referência a nível nacional, reiteramos que a implementação desses pontos de coletas de pilhas e baterias nas escolas da rede municipal contará como mais um importante passo da Educação na cidade do Recife. Confiantes de que nossa sugestão será atendida, aguardamos retorno.

Recife, 13 de Novembro de 2024.

Alunos do Ensino Médio da Escola de Referência do Ensino Médio Santa Paula Frassinetti

APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO****DEPARTAMENTO DE QUÍMICA****MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

**O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias
como prática social no ensino de química: uma sequência de aulas
fundamentada na abordagem CTSA e na pedagogia histórico-
crítica**

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA



Título

O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias
como prática social no ensino de química: uma sequência de aulas fundamentadas na
abordagem CTSA e na pedagogia histórico-crítica

Autora

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA

Orientadora

RUTH DO NASCIMENTO FIRME

Projeto gráfico e design

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA

Revisão textual

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA

Créditos

Produto educacional criado por ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA, via canva.com



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
PARTE 1:	5
FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DA SEQUÊNCIA DE AULAS	
Abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA)	7
A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC)	8
O descarte incorreto de pilhas e baterias	12
Pilhas e baterias	13
PARTE 2:	17
SEQUÊNCIA DE AULAS FUNDAMENTADA NA ABORDAGEM CTSA E NA PHC	
CONSIDERAÇÕES PARA O PROFESSOR DE QUÍMICA	25
REFERÊNCIAS	26



APRESENTAÇÃO

Caros professores,

Este E-book é o produto educacional de uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI, da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Nele é proposta uma sequência de aulas, para o ensino de Eletroquímica, mais especificamente, do conteúdo de Pilhas, fundamentada na Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e na Pedagogia Histórico-Crítica a partir do descarte incorreto de pilhas e baterias como prática social.

O respectivo E-book tem a finalidade de ser um material didático de apoio do professor de Química para as atividades de sala de aula no ensino médio. Nesse sentido, ele foi elaborado com duas partes: na parte 1 tem-se a discussão teórico-metodológica sobre Abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), descarte incorreto de pilhas e baterias e pilhas e baterias; na parte 2 é apresentada a sequência de aulas propriamente dita.

O intuito principal desse produto educacional é contribuir como uma sugestão pedagógica que articule as dimensões científica, tecnológica, social e ambiental com vistas à emancipação do indivíduo em seu meio social por meio do conhecimento, na abordagem do conteúdo de Eletroquímica com foco no conteúdo de Pilhas que, muitas vezes, parece complicado ao estudante.

Portanto, este E-book pode se constituir como um material didático que pode colaborar com professores de Química no desenvolvimento de práticas pedagógicas dinâmicas, bem como, cooperar para um ensino de Química mais atrativo e com resultados que geram conhecimento.



PARTE 1:
FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DA SEQUÊNCIA DE AULAS

Os tempos modernos demandam cada vez mais a necessidade de cuidar, de preservar o meio em que se vive, buscando-se por uma qualidade de vida. Os problemas ambientais trazem graves danos para a população. Nesse sentido, busca-se através da Educação, dentre outras áreas, o desenvolvimento de estratégias que possam estimular e subsidiar os estudantes para preservarem o meio ambiente. Consideramos que a Educação pode contribuir significativamente para o entendimento das pessoas sobre a preservação ambiental como ações que buscam proteger e preservar os recursos naturais, por exemplo.

Partindo dessa compreensão, a temática do descarte de pilhas e baterias em locais não adequados, pode ser abordada por meio do ensino de Química. Isso porque o descarte de pilhas e baterias em locais não adequados é um problema social e ambiental devido, por exemplo, a possibilidades de contaminação do solo. Arrigo, Alexandre, Assai (2018) alertam, de modo geral, que o descarte de lixo eletrônico há décadas representa um grave problema ambiental, problemática esta que torna relevante a discussão nas aulas de Química.

No processo de ensino e aprendizagem, ao se correlacionar a Química com temáticas presentes no cotidiano dos estudantes, pode-se favorecer uma proximidade entre o conhecimento científico e o mundo real, promovendo a edificação de um saber entre conceito e contexto, entre ação e reação e, principalmente, provocando nestes indivíduos, uma crítica-reflexiva sobre seu papel na sociedade (Andrade; Zimmer, 2021).

É importante destacar a necessidade de, além de trabalhar com temáticas relevantes do dia-a-dia dos estudantes e articulá-las aos conteúdos químicos, contribuir para a formação crítica dos estudantes. Entendemos por formação crítica aquela que, para Oliveira e Simonetto (2017), dá condições aos estudantes para participarem ativamente na sociedade e analisarem seus contextos e as condições neles existentes. Isso porque, “o homem quando compreende sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e com seu trabalho pode criar um mundo próprio [...]”. (Freire, 1979, p. 30).



Assim, destaca-se a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) para fundamentar teórica e metodologicamente as aulas de Química. Isso porque, segundo Vieira *et al.*, (2011, p. 16), esta abordagem “[...] permite ir mais além do que o mero conhecimento acadêmico da Ciência e da Tecnologia, preocupando-se com problemas sociais relacionados com questões de foro científico e tecnológico”, como é o caso do descarte de pilhas e baterias em locais não adequados.

Adotou-se o acrônimo CTSA considerando o descarte de pilhas e baterias na perspectiva da preservação ambiental. A abordagem CTSA corresponde a relação estabelecida entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, uma ligação que abre um amplo leque de oportunidades de conhecimentos, ao provocar no estudante a reflexão quanto ao seu papel na sociedade, uma percepção reflexiva que pode estimular o indivíduo a participar de modo ativo das mudanças à sua volta, contribuindo significativamente em seu meio social quanto às temáticas contemporâneas.

Na abordagem CTSA, a sequência de aulas foi voltada para o conteúdo da Eletroquímica que é “o ramo da Química que trata do uso de reações químicas espontâneas para produzir eletricidade e do uso da eletricidade para forçar as reações químicas não espontâneas acontecerem” (Atkins; Loretta, 2006, p. 539). Consideramos, dentro da Eletroquímica, o conteúdo de Pilhas e os conceitos químicos nele envolvidos, como, por exemplo, oxidação, redução, reações redox.

Outra base teórica e metodológica que fundamentou a sequência de aulas proposta nesta cartilha foi a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) de Dermeval Saviani. A PHC apresenta como princípio fundamental a emancipação do indivíduo em seu meio social por meio do conhecimento. Trata-se de uma Pedagogia que provoca o ser humano a participar, contribuir com a construção social, considerada dentre alguns estudiosos da Educação como uma pedagogia revolucionária, justamente por ter como base, contribuições filosóficas do materialismo histórico e dialético, onde se busca compreender as transformações sociais a partir de uma realidade (Lopes, 2020).

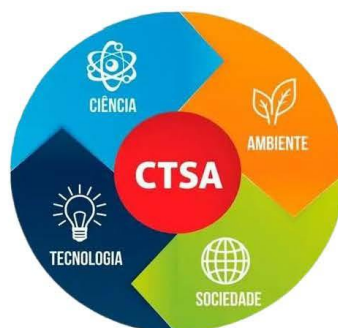
Dentro dessa conjuntura, entende-se a necessidade de os estudantes compreenderem os impactos do descarte incorreto das pilhas e baterias no meio ambiente e os conteúdos químicos envolvidos nesse processo, visando uma formação crítica, por meio da abordagem CTSA e da Pedagogia Histórico-Crítica.



Abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA)

A abordagem CTSA, cujas dimensões estão ilustradas na figura 1, está relacionada ao movimento CTS que emergiu nos países industrializados (Santiago, 2020). Mais precisamente, durante o período da Segunda Guerra Mundial, cuja principal tônica do momento era o avanço tecnológico, mola propulsora para o aumento do capital de todas as nações, gerando riquezas aos países (Chripino, 2017).

Figura 1. Dimensões da abordagem CTSA



Fonte: https://www.youtube.com/channel/UCt6f71dih_XOUim1ClpsNXQ

Nesse contexto, o avanço científico e tecnológico ganhou um destaque diferente, dessa vez, não tão positivo. Foi observado que o poder de destruição alimentado por aquele avanço sem regras, poderia trazer diversos problemas para a sociedade e o seu habitat. Os estudos CTS foram intensificados na década de 1998 e teve como destaque, por meio da fala de Jane Lubchenco direcionada aos educadores e cientistas do século XXI, o olhar da ciência para questões ambientais, alertando quanto aos cuidados e quanto aos métodos e produtos desenvolvidos, priorizando-se, essencialmente, a condição da vida (Vilches; Pérez; Praia, 2011).

Segundo Firme e Silva (2011, p. 294), “é chamada de abordagem CTS para o ensino das ciências naturais todas as propostas que advogam o uso do conhecimento científico para intervenção no contexto social”. O objetivo da abordagem CTS é, de modo



amplo é viabilizar a partir da aquisição de conhecimento científicos, tecnológicos, sociais, uma melhor forma de se conviver em sociedade, dentro de uma perspectiva de promoção de qualidade de vida de forma democrática, “a partir de relações estabelecidas entre ciência, tecnologia e sociedade (Firme; Silva, 2024, p. 3).

Na sequência de aulas proposta nesta cartilha foi considerada a abordagem CTSA. Segundo Pedretti (2005) citada por Viches, Pérez e Praia (2011, p. 179), “a incorporação da letra ‘A’ de ambiente para a expressão CTS, tornando-se CTSA [...], responde ao anseio de dar uma maior ênfase às consequências ambientais dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos”.

Logo, a abordagem CTSA dialoga com a prática social do descarte incorreto das pilhas e baterias no ensino de Química numa perspectiva de preservação ambiental.

A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC)

A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) se fundamenta em uma proposta cuja principal premissa é a emancipação do indivíduo por meio da socialização dos conhecimentos ao longo dos anos. É um método pedagógico que provoca o ser humano a participar, contribuir com a construção social, sendo considerada uma pedagogia revolucionária, devido às suas contribuições filosóficas do materialismo histórico e dialético, onde se busca compreender as transformações sociais a partir de uma realidade (Lopes, 2020).

Essa perspectiva, não envolve somente o protagonismo do estudante, mas também do educador como uma ferramenta impulsionada a partir do momento que mostra como base uma concepção de pedagogia diferenciada, como cita Lopes (2020, p. 14):

A PHC contrapõe-se às concepções pedagógicas adotadas na atualidade denominadas por Duarte (2001) de pedagogias do aprender a aprender. Essas concepções pedagógicas perpassam o âmbito educacional e influenciam não somente a formação de professores como também dos alunos da educação básica (Lopes, 2020, p. 14).

Compreende-se que esse protagonismo dos educadores se mostra como um desafio, considerando que as escolas da educação básica passam por sérios problemas de



precarização. Lopes (2020, p. 15) pontua que a PHC trata de um “esforço coletivo” cujo intuito é o de “construir uma pedagogia marxista, que tenha condições de enfrentar os desafios colocados pela prática educativa alienada com a qual nos defrontamos no contexto atual” que foi se consolidando no país.

Essa pedagogia teve sua origem no período pós-ditadura do Brasil, momento em que a sociedade passava por grandes transformações, especialmente no campo da Educação, pois olhares mais críticos com relação aos métodos de ensino despertaram a necessidade de se considerarem teorias educacionais voltadas a reflexão crítica e terminantemente críticas, superando dessa maneira àquelas predominantes trazidas pela história, mas, pouco eficazes até então (Lagares; Almeida, 2021).

É nesse ambiente, que Dermeval Saviani destaca-se por implementar em seus discursos a necessidade da mudança educacional de caráter coletivo, por meio da construção de um campo conceitual da pedagogia crítica (Lagares; Almeida, 2021).

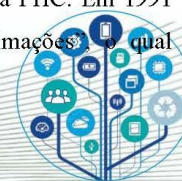
A PHC propõe um método didático que insere o indivíduo em um contexto onde ele reflete, debate, participa ativamente do seu contexto social, não que isso possa causar a ideologia da transformação do planeta, mas que a partir da educação, coisas relevantes possam acontecer na sociedade (Saviani, 2008). Na figura 2 ilustra-se ações que podem ser pensadas na perspectiva da preservação do meio ambiente, como, por exemplo, ações de coleta seletiva.

Figura 2. Ações de coleta seletiva



Fonte: (https://br.freepik.com/vetores-premium/grupo-de-moradores-da-cidade-jogam-lixo-para-reciclar-lixeiros-para-vidro-metal-e-residuos-organicos-ilustracao-plana-dos-desenhos-animados_12929350.htm)

Em seus estudos, Saviani é bem enfático quanto a importância da PHC. Em 1991 foi publicado seu livro “Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações”, o qual



alcançou grande repercussão, composto por diversos artigos que exploravam essa questão no contexto educacional. Para o autor, essa obra foi a primeira aproximação do real significado da PHC, considerando que esta abordagem era cogitada por outros estudiosos.

A PHC preconiza a construção social a partir da humanização dos indivíduos, e nessa perspectiva, o trabalho educacional realizado nos estudantes visa produzir de forma direta e intencional um indivíduo singular, mas principalmente, despertar neste, sua humanização diante das situações vivenciadas em coletividade, ou seja, seu olhar acerca de determinado contexto e sua participação ativa nas resoluções de tal questão (Saviani, 2015).

Contudo, para a compreensão e a participação do indivíduo nos processos de coletividade apresentados pela PHC, Saviani (2015) propõe as seguintes categorias dialéticas, ou seja, momentos interdependentes e articulados, que perpassam o método didático da PHC: 1) prática social inicial; 2) problematização; 3) instrumentalização; 4) catarse e 5) prática social final. Destaca-se que as categorias constitutivas desse método não são consideradas como uma sequência de passos mecânica e linear. Pelo contrário, a catarse é prática social e vice versa, visto que “[...] a prática social só existe concretamente quando os indivíduos singulares a incorporam [...]”, isto é, quando atingem o processo catártico (Galvão et al., 2019, p. 114-115). Além disso, a problematização e a instrumentalização são catarses e são práticas sociais, pois elas, respectivamente, no âmbito do processo pedagógico, modificam a maneira de olhar para a prática social e são elementos constitutivos da prática social (Galvão et al., 2019, p. 115).

De acordo com Saviani (2015), a prática social inicial, corresponde ao ponto de partida no exercício educativo. Está ligada ao processo de conhecer cada aluno, sua experiência, sua vivência, sua memória, seu conhecimento prático acerca de determinada prática social, um conhecimento sinérgico. Corresponde ao momento em que o educador toma conhecimento – de uma forma mais específica – da realidade dos alunos. Informações que servirão de fundamento para a abordagem do professor, onde ele construirá vínculos com a realidade dos estudantes.

No desenvolvimento da prática educativa, tem-se a problematização. A construção da problematização vem da prática social, onde são levantadas questões acerca da prática



social e avaliados os conteúdos escolares necessários, ou seja, o educador, identifica a necessidade de aplicação de determinados conhecimentos (Saviani, 2015).

Identificadas as questões para aplicação de conhecimentos, tem-se a instrumentalização, momento em que se apropria de instrumentos teóricos e práticos de modo que, sejam solucionadas as questões levantadas na problematização (Saviani, 2015). É justamente nesse momento que o conteúdo é explorado em todas as dimensões do conhecimento científico, formal e abstrato. O conteúdo é trabalhado por meio de atividades didáticas, afim de que os estudantes se apropriem mais eficazmente desse novo conhecimento.

De acordo com Saviani (2008), a instrumentalização está diretamente ligada a identificação dos problemas identificados na prática social. E através da transmissão desse conhecimento (direta ou indireta) é que os alunos poderão apropriarem-se do conteúdo. Conforme o autor, a forma de transmissão desse conhecimento utilizada pelo professor pode ser direta ou por outros meios indicados.

Outra categoria é a catarse, momento em que se exterioriza um entendimento da prática social e dos conteúdos. É o momento em que se rompe o senso comum e ele se “liberta” apropriando-se de novos conhecimentos (Silva, 2015). Segundo Saviani (2008) citado por Silva (2015, p. 3), é na catarse que ocorre a:

Efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social. [...] Daí porque o momento catártico pode ser considerado como o ponto culminante do processo educativo, já que é aí que se realiza pela mediação da análise levada a cabo no processo de ensino, a passagem da síntese à síntese; em consequência, manifesta-se nos alunos a capacidade de expressarem uma compreensão da prática em termos tão elaborados quanto era possível ao professor (Saviani, 2008 *apud* Silva, 2015, p. 3).

E, por último, a prática social final que, conforme Saviani (2015), é na prática social onde se revelam os saberes dos indivíduos, contudo, neste momento ela se apresenta de forma mais elaborada, melhor desenvolvida pelos alunos. Assim, a prática social final é e não é a mesma da prática social inicial (Saviani (2015). Os alunos estão apropriados de um conhecimento sintético, sendo capazes de demonstrar por meio de seu comportamento, de suas ações e atitudes, o que foi apreendido.



Em síntese, a PHC busca o desenvolvimento de conhecimentos como ferramenta de transformação social diante de práticas sociais. Nesse sentido, destaca-se, dentre outras, a prática social do descarte incorreto de pilhas e baterias, dado que esse descarte é um problema social e ambiental que causa diversos problemas, como por exemplo, possibilidades de contaminação do solo.

O descarte incorreto de pilhas e baterias

O avanço industrial foi e é necessário. Contudo, suas consequências podem produzir um dano ao meio ambiente altamente prejudicial a todos os seres vivos. Nas últimas décadas destacam-se consideravelmente as inovações no campo tecnológico, voltados para todas as demandas sociais. Entretanto, sabemos que atrelado a esse avanço, vem a alta produção do lixo eletrônico, ou lixo tecnológico (e-lixo) ou ainda, Resíduos de Aparelhos Eletroeletrônicos (RAEE) e Resíduos de Equipamentos Eletro Eletrônicos (REEE) (Freitas, 2018).

De acordo com o relatório The Global E-waste Monitor, elaborado pela Universidade das Nações Unidas (<https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2023/03/15/pilhas-e-baterias-como-fazer-o-descarte-correto.htm>, 2023):

Todos os anos mais de 53 milhões de toneladas de lixo eletrônico são descartadas em todo o mundo e o Brasil ocupa o quinto lugar no ranking de maior produtor de lixo no mundo, com 2,1 mil toneladas de eletrônicos descartados anualmente.

Esse é um fato que ganha força a cada ano. O consumo de aparelhos eletroeletrônicos e eletrodomésticos tem crescido sistematicamente. O método de produção de muitos desses produtos, logo em sua fase inicial, utiliza-se de material de vida útil consideradamente limitada, criando-se, então, a necessidade de novas aquisições em pouco tempo de uso, seja sob o ponto de vista de softwares ou de hardwares. Freitas (2018, p. 11) destaca que “um dos lados perversos da tecnologia é seu amplo impacto ambiental”.

O descarte inadequado desses fragmentos tecnológicos pode, de forma direta prejudicar assustadoramente a preservação da natureza por meio da contaminação causada ao meio ambiente, conforme se ilustra na figura 3.



Figura 3. Lixo eletrônico descartado no meio ambiente



Fonte: <https://blog.solucoesindustriais.com.br/industria/com-o-fazer-o-descarte-de-lixo-eletronico-corretamente/>

Não se pode ignorar que os riscos provocados por esses sistemas eletroquímicos também causam grandes danos à saúde humana, colocando-se inclusive como um problema de saúde pública. Dentro dessa conjuntura, levantaram-se vários debates e, em 30 de junho de 1999, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA publicou no Diário Oficial da União a Resolução nº 257, que aborda sobre o descarte e o gerenciamento adequados de pilhas e baterias e, em 2008, essa resolução foi revogada, sendo admitida então a Resolução CONAMA nº 401, que fortaleceu de forma mais abrangente a questão do descarte e do gerenciamento ambientalmente apropriados (coleta, reutilização, reciclagem, etc.).

Pilhas e baterias

De acordo com a Resolução n. 401/2008, as baterias são “acumuladores recarregáveis ou conjuntos de pilhas, interligados em série ou em paralelo” e as pilhas são “geradores eletroquímicos de energia elétrica, mediante conversão de energia química, podendo ser do tipo primária (não recarregável) ou secundária (recarregável)” (Brasil, 2008).

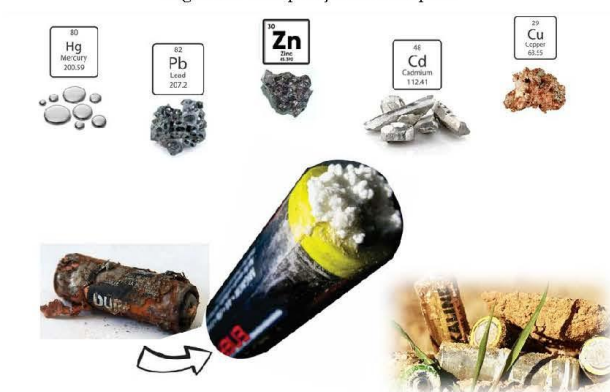
Conforme Silva, Royer e Zanatta (2022, p. 4) a pilha configura-se como um “dispositivo constituído unicamente de dois eletrodos e um eletrólito, arranjados de maneira a produzir energia elétrica”. Esse eletrólito pode apresentar-se na forma líquida, sólida ou pastosa, contudo, ele sempre será um condutor iônico, e este ao ser conectado a um:



Aparelho elétrico, uma corrente flui pelo circuito, pois o material de um dos eletrodos se oxida espontaneamente liberando elétrons (ânodo ou eletrodo negativo), enquanto o material do outro eletrodo reduz-se usando esses elétrons (cátodo ou eletrodo positivo) (Silva; Royer; Zanatta, 2022, p. 4).

A nível de saúde humana, tanto na composição de pilhas como de baterias estão os metais pesados como mercúrio (Hg) que podem afetar diretamente o sistema nervoso; o zinco (Zn) que afeta drasticamente o sistema gastrointestinal e outros problemas; o chumbo (Pb) que prejudica a memória, provoca dores musculares e depressão; o cádmio (Cd) que aumenta a pressão arterial e causa danos ao sistema imunológico e o cobre (Cu) que causa grandes danos aos rins, dentre outros problemas provoca a anemia hemolítica (Silva; Royer; Zanatta, 2022). Na figura 4 estão ilustrados alguns metais que compõem as pilhas.

Figura 4. Composição de uma pilha



Fonte: Autora (2025).

São metais pesados que podem desencadear graves doenças como câncer, lesões no cérebro, disfunções pulmonares, entre outras. Elementos que prejudicam a saúde significativamente e têm alto potencial de contaminação do solo, vegetação e lençóis freáticos (Silva; Royer; Zanatta, 2022).

De acordo com Bocchi, Ferracin e Biaggio (2002, p. 4) uma pilha é composta da seguinte estrutura, de acordo com a figura 5:



Figura 5. Estrutura de uma pilha

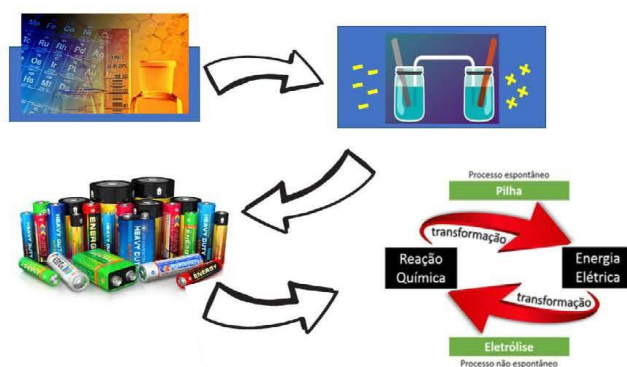


Fonte: Sociedade Brasileira de Química (<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>, 2024)

Na constituição das pilhas existem substâncias que reagem espontaneamente transferindo elétrons, são as reações de oxirredução. As pilhas são compostas por dois eletrodos metálicos, ânodo e cátodo. É no ânodo, polo negativo, que ocorre a oxidação e, no cátodo, polo positivo, ocorre a redução.

As reações químicas espontâneas que produzem energia compõem parte da Eletroquímica, bem como, o uso da eletricidade para provocar reações químicas não-espontâneas (Fragal *et al.*, 2011). Essas reações são responsáveis pela função das pilhas em transformar energia química em energia elétrica, fazendo funcionar vários dispositivos eletrônicos, conforme ilustrado na figura 6.

Figura 6. Pilhas e baterias



Fonte: Autora (2025).



Portanto, o ensino de Química pode contribuir para a compreensão de diversos problemas decorrentes do descarte incorreto de pilhas e baterias por meio, por exemplo, do ensino do conteúdo de Eletroquímica, mais especificamente, por meio do conteúdo de pilhas e baterias, bem como para a compreensão da necessidade do descarte correto destes dispositivos e como fazê-lo. E isso pode ser materializado na sala de aula de Química por meio da abordagem CTSA e da PHC.



PARTE 2:

SEQUÊNCIA DE AULAS FUNDAMENTADA NA ABORDAGEM CTSA E NA PHC

A sequência de aulas fundamentada na abordagem CTSA e na PHC, considerou as dimensões científica, tecnológica, social e ambiental, inerentes a este tipo de abordagem, e as categorias propostas por Saviani (2015), a saber: prática social inicial; problematização; instrumentalização; catarse e prática social final.

Na figura 7, são ilustradas as categorias da PHC:

Figura 7. Dinâmica da mediação educativa na PHC



Fonte: Lima e Hunguer (2019, p. 10).

De acordo com o entendimento de Saviani (2008), o processo educativo é fundamental, envolve práticas pedagógicas que inserem conjuntamente aluno e professor não apenas no contexto educacional, mas no contexto da prática social. Além disso, é esperado que o aluno construa uma visão mais elaborada, sintética, crítica, participativa e consolidada da prática social, e ambas as visões de professor e aluno sejam alteradas alcançando níveis de compreensão mais elevado, tanto para o ensino como para a aprendizagem.

A prática social contribui significativamente para a mediação do trabalho pedagógico, aliás, segundo Saviani (2015), o trabalho pedagógico está inserido na prática



social. Essa intercessão permite uma melhor qualidade quanto a lógica de interpretação, dando-lhe uma melhor dinâmica à PHC (Saviani, 2015).

No quadro 1 é ilustrada a organização da sequência de aulas fundamentada na abordagem CTSA e na PHC a partir da prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias”.

Quadro 1: Organização da sequência didática

Momentos didáticos	Objetivos de ensino	Conteúdos	Atividades	Dimensões CTSA
<p>Momento 1</p> <p>Introdução da prática social</p> <p>- O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias</p>	<p>Apresentar a prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias”.</p> <p>Identificar concepções prévias dos estudantes sobre: descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre pilhas e baterias, para que servem, como funcionam, como são descartados esses dispositivos.</p>	<p>Pilhas e baterias, tipos de pilhas e baterias, descarte incorreto de pilhas e baterias.</p>	<p>Exibição de vídeo: “Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros” (disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=u56a5faG2Lg).</p> <p>Debate sobre as formas de evitar os problemas ocasionados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias.</p> <p>Aplicação de questionário sobre descarte incorreto de pilhas e baterias, para que servem, como funcionam, como são descartados esses dispositivos.</p>	<p>Científica</p> <p>Social</p> <p>Ambiental</p>
<p>Momento 2</p> <p>Problemática da prática social</p>	<p>Abordar sobre os efeitos nocivos que as pilhas e baterias causam ao meio ambiente quando descartadas incorretamente.</p> <p>Sensibilizar sobre os problemas ambientais causados pelo descarte incorreto dessas pilhas e baterias.</p> <p>Estimular a apropriação de conhecimentos para equacionar a problematização do descarte de pilhas e baterias.</p>	<p>Descarte de pilhas e baterias e os efeitos nocivos ao meio ambiente.</p>	<p>Retomada da exibição do vídeo.</p> <p>Debater sobre os efeitos nocivos ao meio ambiente do descarte incorreto das pilhas e baterias.</p>	<p>Social</p> <p>Ambiental</p>
<p>Momento 3</p> <p>Instrumentalização do conteúdo Pilhas</p>	<p>Abordar os conteúdos químicos relativos às pilhas e baterias.</p> <p>Propiciar a apropriação dos conteúdos químicos relativos às pilhas e baterias.</p>	<p>Eletroquímica</p> <p>Pilhas e baterias.</p>	<p>Aulas expositivas dialogadas.</p> <p>Atividade experimental.</p>	<p>Científica</p> <p>Tecnológica</p>



Momento 4 Retomada à prática social.	Promover o desenvolvimento de uma nova postura sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias. Contribuir para a consolidação de uma compreensão mais ampla do descarte de pilhas e baterias a nível de coletividade e do papel de cada indivíduo nessa prática social.	Descarte adequado de pilhas e baterias. Descarte	Produção de uma carta às autoridades do poder público alertando sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias. Apresentação de seminários sobre o descarte de pilhas e baterias e ações que podem ser desenvolvidas, como o uso correto dos coletores e pilhas instalados na escola e a coleta de pilhas e baterias em suas residências Aplicação do questionário 2.	Científica Tecnológica Social Ambiental
---	---	---	---	--

No momento 1 da sequência didática, é proposta a inserção da prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias”. Nesse sentido, pode-se lançar mão da exibição para os estudantes do vídeo “Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros” (disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=u56a5faG2Lg>), publicado no Youtube – canalmeioambiente em 07 de maio de 2016. Na figura 8 ilustra-se a abertura do vídeo.

Figura 8. Abertura do Vídeo



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=u56a5faG2Lg>

O vídeo tem duração de 25 minutos e 55 segundos e mostra o grave cenário provocado pelo descarte incorreto de pilhas e baterias, evidenciando a grande preocupação do Programa de Meio Ambiente Nacional. Ele é um recurso didático que pode contribuir para a conscientização acerca dos problemas ambientais causados por esse tipo de descarte incorreto.



Após a exposição do vídeo, é proposto um debate com os estudantes sobre as formas de se evitar que esse cenário catastrófico, decorrente do descarte incorreto de pilhas e baterias, possa evoluir. Esse debate pode ter início a partir dos conhecimentos que eles têm sobre pilhas e baterias, para que servem, como funcionam, como são descartados esses dispositivos.

Para a identificação dos conhecimentos dos estudantes pode-se aplicar um questionário elaborado pela plataforma *Google Forms*, contendo questões sobre os aspectos citados no parágrafo anterior. O questionário eletrônico pode ser acessado em sala de aula pelos estudantes por meio de um *smartphone*, sob autorização prévia da direção da escola.

Nesse momento 1 da sequência de aulas, poderão se abordadas as seguintes dimensões CTSA: científica - ao serem apresentados à questões dos componentes químicos das pilhas e baterias que, lançados inadequadamente ao meio ambiente, sofrerão reações causando graves danos à saúde ambiental e humana, consequentemente; tecnológica - ao serem explorados assuntos relacionados às ações da indústria tecnológica para minimizar o problema por meio do desenvolvimento de materiais (pilhas e baterias) com um maior tempo para o descarte, bem como o a criação desses materiais com menos compostos químicos danosos ao meio ambiente; social - a partir das ações da sociedade, tanto sob o ponto de vista individual, como sob o ponto de vista coletivo, diante do descarte incorreto de pilhas e baterias; ambiental - considerando a problemática ambiental exibida no vídeo.

No momento 2 da sequência de aulas, a problematização da prática social pode ser realizada. Pode-se problematizar a prática social do “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias” a partir de efeitos nocivos que as pilhas e baterias causam ao meio ambiente quando descartadas incorretamente. A problematização pode ser realizada por meio de um debate a partir da retomada do vídeo exibido no momento 1.

Nesse momento da sequência de aulas poderão se abordadas as seguintes dimensões CTSA: social - com foco no que é necessário do ponto de vista da sociedade para minimizar, pelo menos, os problemas causados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias; ambiental - enfatizando os problemas ambientais causados por esse descarte.

No momento 3, após ser realizada a problematização da prática social, pode-se conduzir os estudantes ao processo da instrumentalização. Entre diversas possibilidades,



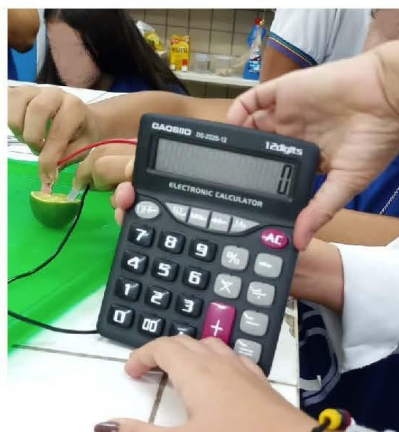
propõe-se que a instrumentalização ocorra por meio de aulas expositivas dialogadas e da experimentação sobre o conteúdo de Eletroquímica, mais especificamente, o conteúdo de Pilhas.

Na literatura da área de ensino de Química, diversos autores corroboram o entendimento da contribuição das atividades experimentais para a aprendizagem dos alunos. Para Guimarães (2009, p. 198), por exemplo, “no ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização¹ e o estímulo de questionamentos de investigação”.

Vivenciar na prática experimentos sobre conteúdos químicos, manipular instrumentos para a experiência e participar ativamente de todo processo, desde a separação dos materiais até o seu desenvolvimento de fato, pode contribuir na aprendizagem dos estudantes.

A atividade experimental proposta na sequência de aulas é a seguinte: Construção de pilhas de limão, conforme ilustrada na figura 9.

Figura 9. Pilha de limão



Fonte: Autora (2025).

- **Objetivo** da atividade experimental: compreender os conceitos químicos relativos às pilhas e baterias.
- **Materiais utilizados:**



- Multímetro;
 - Lã de aço;
 - Limão cortado;
 - Placa de cobre;
 - Placa de zinco;
 - Baterias.
- **Organização dos estudantes:** organizados em grupos.
 - **Princípio teórico:** uma pilha é um dispositivo que apresenta reações que geram corrente elétrica, é onde se converte energia química em eletricidade. Ela é constituída por um conjunto de uma ou mais células galvânicas. Essa reação química é a transferência de elétrons (oxirredução) de forma espontânea produzindo a corrente elétrica. Quando os elétrons conduzidos por um fio metálico (condutor) se movem espontaneamente de pontos de menor potencial elétrico para pontos de maior potencial elétrico, os elétrons do polo negativo passam a fluir no polo positivo, o que chamamos de eletricidade (Amabis et. al., 2020).
 - A quantidade de energia gerada por pilhas ou baterias é chamada de tensão elétrica, sendo sua medida dada em volts. Esta medida pode ser calculada pela diferença de potencial (ddp ou ΔE) entre os eletrodos, utilizando-se o potencial de redução (E_{red}) de cada meia célula: $\Delta E = E_{red}(\text{maior}) - E_{red}(\text{menor})$ (Mundo Educação, 2025).
 - **Procedimentos:** construindo uma pilha de limão
 1. Pegue uma plaquinha de zinco e uma plaquinha de cobre. Se a plaquinha de cobre estiver oxidada (escura) esfregue com a lã de aço até que ela fique na cor de cobre.
 2. Conecte a placa de cobre à uma parte descoberta do fio vermelho. Use um pedaço de fita crepe para prender o fio. Faça o mesmo para a placa de zinco, mas prendendo ela a um fio preto.
 3. Ligue o multímetro, até ficar na posição de 20 V(branco).
 4. Teste o multímetro em algumas baterias conferidas pela professora para ver como ele funciona.
 5. Toque as pontas do multímetro nas plaquinhas. Anote o resultado: _____.
 6. Corte o limão no meio. Fique com uma metade e passe a outra metade para a outra equipe.



7. Insira as pontas do multímetro no limão e veja se há alguma medida. Anote o resultado: _____
8. Insira as placas no limão, de forma que elas fiquem separadas (não se toquem).
9. Limpe o multímetro e repita o procedimento de aferição. Se for preciso, prenda o multímetro com uma Fita. Anote o resultado: _____
10. Escolham uma das pilhas montadas e tentem ligar a calculadora, prendendo o polo positivo no lado positivo e o polo negativo no lado negativo de onde vai a pilha.
11. Faça uma pilha em série, conectando duas pilhas de limão. Conecte a sua placa de zinco na placa de cobre da equipe ao lado. Meça novamente a voltagem e anote o resultado: _____
12. Tente novamente ligar a calculadora.

Nesse momento 3 da sequência de aulas, poderão se abordadas as seguintes dimensões CTSA: científica - a partir dos conceitos químicos abordados na atividade experimental; tecnológica - por meio dos instrumentos como multímetro, calculadoras, etc. e dos processos desenvolvidos.

Por fim, no momento 4 da sequência de aulas, é proposta a retomada da prática social com os objetivos de promover o desenvolvimento de uma nova postura sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e contribuir para a consolidação de uma compreensão mais ampla do descarte de pilhas e baterias a nível de coletividade e do papel de cada indivíduo nessa prática social.

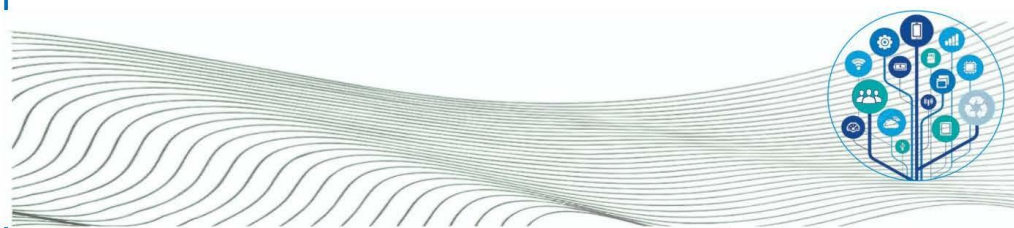
Nesse sentido, essa retomada pode ser realizada por meio de algumas atividades. Nesta sequência de aulas são propostas atividade de produção de uma carta pelos estudantes às autoridades do poder público alertando sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e apresentação de seminários sobre o descarte de pilhas e baterias e ações que podem ser desenvolvidas para solucionar ou minimizar as consequências deste descarte.

Ressalta-se que a catarse pode acontecer nos estudantes desde o momento 1 da sequência de aulas, mas pode-se considerar que no momento 4 o processo catártico poderá se tornar mais explícito.

Nesse 4 momento da sequência de aulas poderão se abordadas as seguintes dimensões CTSA: científica - por meio dos componentes químicos das pilhas que



degradam ao meio ambiente ao serem descartados de forma irregular; tecnológica - acerca de processos ou produtos que podem ser desenvolvidos para minimizar as consequências do descarte incorretos de pilhas e baterias; social - na abordagem, por exemplo, de como as empresas podem contribuir nesse sentido, da adoção de novas posturas que precisam ser assumidas pelas pessoas; e ambiental - ao reforçar a importância dos cuidados com o meio ambiente diante desse descarte incorreto.



CONSIDERAÇÕES PARA O PROFESSOR DE QUÍMICA

Espera-se que este E-book possa contribuir para a inserção da abordagem CTSA e da PHC no ensino de Química, considerando “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias” como prática social.

Nessa perspectiva, destaca-se que tanto a abordagem CTSA como a PHC buscam a formação para a cidadania em uma perspectiva de transformação social por meio do processo de ensino e aprendizagem dos instrumentos culturais desenvolvidos historicamente pela humanidade.

Mas, vale ressaltar que a sequência de aulas proposta neste E-book não pode ser concebida como algo engessado, visto que ela precisa se adequar à realidade de cada escola. Portanto, professor, você pode utilizar outros vídeos, outras atividades e outros recursos que atendam a inserção da prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias” no ensino de Química.

Uma sugestão, por exemplo, é o uso do vídeo disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=l4Q6XshUfDo&t=80s>, do canal do youtube Mundo da Elétrica. Nesse vídeo é exibida a produção de uma pilha de limão, com os seguintes materiais utilizados: limão (solução ácida), uma moeda (cobre) e um parafuso (zinco) que formarão uma pilha com potencial de gerar energia elétrica e ligar o multímetro e uma calculadora conforme o vídeo. Trata-se de procedimento simples, com materiais de fácil acesso. Isso não quer dizer que esse recurso não tenha potencial didático no processo de ensino e aprendizagem de Química.

A discussão da prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias”, a partir da abordagem CTSA e da PHC, pode favorecer consideravelmente a formação de um ser humano mais reflexivo e com senso crítico quanto às suas responsabilidades individuais e suas ações de forma coletiva.



REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano et al. **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. São Paulo: Editora Moderna, 2020.

ANDRADE, Letícia V.; ZIMMER, Cinthia G. Galvanização: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Quím. nova esc.** São Paulo-SP, v. 43, n. 3, p. 298-304, agosto, 2021.

ARRIGO, Viviane; ALEXANDRE, Maria Cristina Lalli; Assai, Natany Dayani Souza. O Ensino de Química e a Educação Ambiental: Uma Proposta para Trabalhar Conteúdos de Pilhas e Baterias. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n.5, 306-325, 2018.

ATKINS, P.W.; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOSCHI Nerilso; Ferracin, Luiz Carlos; Biaggio, Sonia Regina. **Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental**. Sociedade Brasileira de Química, n. 11, 2000. Disponível em: https://qnint.s bq.org.br/qni/popup_visualizarConceito.php?idConceito=45&semFrame=1. Acesso em: fev. 2024.

BRASIL. Resolução Conama nº 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, no 215, p. 108-109, 5 nov. 2008.

BRASIL. Conama. **Resolução n. 428, de 17 de dezembro de 2010**. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 [...]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2019/05/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CONAMA-n%C2%BA-428-2010.pdf>. Acesso em: out. 2023.

BRASIL. Conama. **Resolução nº 257, de 30 de junho de 1999**; e nº 263, de 12 de novembro de 1999.

BRASIL. Conama. **Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001** e DOU nº 117, de 19 de junho de 2001.

BRASIL. Conama. **Resolução nº 401, de 04 de novembro de 2008**; e nº 215, de 05 novembro de 2008.



CHRISPINO, Álvaro. **Introdução aos enfoques CTS: ciência, tecnologia e sociedade na educação e no ensino**. 1. ed. Madrid: OEI, 2017.

FERREIRA, Adryele da Silva; GONÇALVES, A. M.; SALGADO, Jeisa Tainara Schaefer. Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 4, p. 1707-1720, 2021.

FIRME, Ruth do Nascimento; SILVA, Thais Soares da. O discurso argumentativo de uma professora de química na vivência de uma abordagem CTS em sua sala de aula. In: SANTOS, W. L. P dos; AULER, D. (Orgs.). **CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

FRAGAL, V. H. *et al.* Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre reatividade de metais. **Química Nova na Escola**, vol. 33, nº 4, 2011, p. 216-222.

FREIRE, Paulo. **Educação e Mudança**. Tradução de Moacir Gadotti e Lillian Lopes Martin. – Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREITAS, Marcelo Batista de. **Resíduos eletroeletrônicos como tema de educação ambiental no ensino médio**. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. [recurso eletrônico]. 2018.

GALVÃO, A. C.; LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. M. **Fundamentos da didática histórico-crítica**. Campinas, SP: Autores Associados, 2019.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, ago. 2009.

LAGARES, R.; Almeida, G. Q. M. Pedagogia Histórico-Crítica: Um Projeto de Educação Pública. **Holos**, Ano 37, v.8, e13164, 2021.

LAGARES, Rosilene; ALMEIDA, Greice Quele Mesquita. Pedagogia Histórico- Crítica: um projeto de educação pública. **HOLOS**, [S. l.], v. 8, p. 1–13, 2021. DOI: 10.15628/holos.2021.13164. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/13164>. Acesso em: 25 jul. 2023

LOPES, Silmara A. **Introdução à pedagogia histórico-crítica (PHC)**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2020. 162p.

OLIVEIRA, Andira Drielli; SIMONETTO, Kátia Cardoso Campos. A formação crítica por meio de práticas pedagógicas que estimulem a autonomia. **Revista Eletrônica Científica Inovação Tecnologia**, v. 8, n. 16, 2017



MUNDO EDUCAÇÃO. Física. Eletricidade: Tensão elétrica. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/tensao-eletrica.htm>. Acesso em: jul. 2025.

SANTIAGO, Debora Dalila da Silva Almeida. **Letramento científico através da abordagem CTSA para um curso de pedagogia**. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semiárido, 2020.

SAVIANI, Demerval. A pedagogia histórico-crítica, as lutas de classe e a educação escolar. *Germinal: Marxismo e Educação em Debate*, v.5, n.2, 25-46. 2013. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/9697/7085>. Acesso em: set.2023.

SAVIANI, Demerval. Conferência: Crise estrutural, conjuntura nacional, coronavírus e educação – o desmonte da educação nacional. *Revista Exitus, Santarém/PA*, Vol. 10, p. 01-25, 2020.

SAVIANI, Demerval. **Escola e democracia**. 40ed. Campinas, SP: Autores Associados. 2008.

SAVIANI, Demerval. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. 12ed. Campinas, SP: Autores Associados. 2011.

SAVIANI, Demerval. **Pedagogia Histórico-crítica, Quadragésimo ano**: Novas Aproximações. Campinas, SP: Autores Associados. 2019

SAVIANI, Demerval. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações, 12 ed. Campinas, SP: Autores Associados. 2012

SILVA, Eliane Giselle; ROYER, Marcia Regina; ZANATTA, Shalimar Calegari. Educação Ambiental no ensino de química: revisão de práticas didático-pedagógicas sobre pilhas e baterias no Ensino Médio. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 8, n. 1, 56-71. 2022.

SILVA, Elio de Angeles Nicole da; Jesus, Christiany Pratissoli Fernandes de; Mendes, Ana Nery Furlan; Rocha, Sandra Mara Santana. Jogando com a química: um instrumento de aprendizagem no ensino da eletroquímica. *Educitec, Manaus*, v. 05, n. 10, p. 39-54, mar. 2019. Edição especial.

SILVA, Leandro Pereira da. Metodologia da Pedagogia Histórico-Crítica: da prática social à prática social. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires - Año 20 - Nº 205 - junho de 2015. Disponível em:



<https://www.efdeportes.com/efd205/metodologia-da-pedagogia-historico-critica.htm>. Acesso em: Acesso em: 25 maio, 2023

UNIVERSIDADE DAS NAÇÕES UNIDAS. The Global E-wasteMonitor. Relatório. **Brasil é o quinto maior produtor de lixo eletrônico**. Março, 2023. Disponível em: ><https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2023/03/15/pilhas-e-baterias-como-fazer-o-descarte-correto.htm>, Acesso em: set. 2023.

VIEIRA; Danielle de Oliveira; BRAGA, Marcel Bruno Pereira; PASSOS, Raimundo Ribeiro; Farias, Sidilene de Aquino. Estudos sobre o ensino e aprendizagem de conceitos em eletroquímica: uma revisão. **ENCITEC**, Santo Ângelo, v. 11, n. 1., p. 172-188, jan./abr. 2021.

VILCHES, Amparo; PÉREZ, Daniel Gil; PRAIA, João. **De CTS a CTSA: Educação por um futuro sustentável**. CTS e Educação científica, desafio, tendências e resultados de pesquisa (pp.161-184). Cap. 6. São Paulo: Editora: Editora Universidade de Brasília, 2011.

