

**LIXO ELETRÔNICO COMO TEMÁTICA PARA OFICINAS PEDAGÓGICAS:
CONTRIBUIÇÕES DE UM PROJETO DE EXTENSÃO PARA A PROMOÇÃO DO
ENSINO DE QUÍMICA CONTEXTUALIZADO E CRÍTICO**

**ELECTRONIC WASTE AS THEME FOR PEDAGOGICAL WORKSHOP:
CONTRIBUTIONS OF AN OUTREACH PROJECT TO A CONTEXTUALIZED AND
CRITICAL CHEMISTRY EDUCATION**

Priscilla Barreto Cardoso¹

Victor Augusto Bianchetti Rodrigues²

Carmine Inês Acker³

Resumo: O presente relato apresenta uma análise das atividades pedagógicas desenvolvidas no âmbito do projeto de extensão intitulado "Consumismo e Produção de Lixo Eletrônico como Temas para Oficinas de Educação Ambiental Crítica em Escolas Públicas na Região de Criciúma/SC". Desenvolvido por servidores e acadêmicos ligados ao curso de licenciatura em Química do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Criciúma, em parceria com escolas da rede pública da região, o projeto teve como objetivo abordar a problemática do lixo eletrônico no ensino de química, destacando a conscientização sobre o consumismo e os impactos ambientais. Diante disso, este trabalho tem o intuito principal de analisar as atividades propostas no projeto, sob o prisma da Educação Ambiental Crítica (EAC) com foco em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Para isso, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa, nos moldes de um relato de experiência fundamentado, em que foram analisadas as contribuições das diversas metodologias pedagógicas, como jogos, simulações virtuais, experimentos e interação com maquetes, para envolver ativamente os estudantes na construção do conhecimento em perspectiva crítica. A partir das reflexões proporcionadas pelos resultados do projeto, foi evidenciada a importância de práticas pedagógicas que fortaleçam não apenas a compreensão dos conceitos de Química, mas também promovam uma consciência crítica nos estudantes. Por fim, o trabalho reforça a importância da abordagem CTSA como forma de conectar aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais para promoção de um ensino de Química contextualizado e centrado no pensamento crítico, responsabilidade social e conscientização ambiental.

Palavras-Chave: CTSA; Extensão; Lixo Eletrônico; Educação Ambiental Crítica; Ensino de Química.

^{1*} Acadêmica do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Câmpus Criciúma. E-mail: priscilla.bc@aluno.ifsc.edu.br

^{2*} Doutor em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e professor do IFSC - Câmpus Criciúma. E-mail: victor.bianchetti@ifsc.edu.br

³ Doutora em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e professora do IFSC - Câmpus Criciúma. E-mail: carmine.acker@ifsc.edu.br

Abstract: This report presents the outcomes of the outreach project titled "Consumerism and Electronic Waste Production as Themes for Critical Environmental Education Workshops in Public Schools in the Criciúma/SC Region". Developed by professors and academics from Federal Institute of Santa Catarina - Criciúma, in partnership with public schools in the region, the project aimed to address the problem of electronic waste in chemistry teaching, highlighting awareness about consumerism and the impacts. Therefore, this work has the main purpose of analyzing the activities proposed in the project, from the perspective of Critical Environmental Education (CEE) with a focus on Science, Technology, Society and Environment (STSE). To this end, a survey was developed qualitatively, in the form of an experience report, in which the contributions of different pedagogical methodologies were analyzed, such as games, virtual simulations, experiments and interaction with models, to actively involve students in the construction of knowledge from a critical perspective. Based on the reflections provided by the project results, the importance of pedagogical practices that strengthen not only the understanding of Chemistry concepts, but also promote critical awareness in students, was highlighted. Finally, the work reinforces the importance of the CTSA approach as a way of connecting scientific, technological, social and environmental aspects to promote contextualized Chemistry education centered on critical thinking, social responsibility and environmental awareness.

Keywords: STSE; Outreach Project; Electronic Waste; Critical Environmental Education; Chemistry Education.

1 INTRODUÇÃO

No contexto atual da educação, em que o ensino tradicional ainda é predominante em muitos sistemas educacionais, um dos principais desafios é romper com a abordagem “bancária” – em que o conteúdo é simplesmente depositado nos estudantes, sem espaço para questionamentos e reflexões críticas – e promover práticas pedagógicas que priorizem o desenvolvimento de habilidades sociais, cognitivas e, principalmente, críticas nos estudantes. Uma vez que a Ciência contribui para a formação da cidadania (CHASSOT, 2000), reitera-se a importância de abordar questões socioambientais na educação escolar, visando ao estabelecimento de uma relação mais harmônica com o ambiente. Partindo da obrigatoriedade de se implementar a Educação Ambiental em todos os níveis educacionais no Brasil, conforme a Lei nº 9.795/99, faz-se fundamental que as instituições de ensino promovam condições para que os estudantes possam se posicionar criticamente a respeito dos problemas ambientais atuais, questionando a dinâmica do progresso científico-tecnológico e as consequências ambientais provocadas por esse desenvolvimento acelerado.

Nesse sentido, a Educação Ambiental Crítica (EAC) visa formar o indivíduo na sua consciência plena sobre o meio do qual faz parte, refletindo sobre as causas e consequências da organização social no meio (GUIMARÃES, 2004). Ao promover um ensino de Ciências que seja reflexivo e participativo, os estudantes podem ser incentivados a se envolverem ativamente na construção do conhecimento, por meio de investigações, levantamento de hipóteses, análises e debates. Adicionalmente, dentre os diversos desafios atuais da educação básica no Brasil, se encontra o processo de reestruturação do Ensino Médio envolvendo a implementação dos itinerários formativos e o desenvolvimento de atividades no contraturno das aulas regulares dos estudantes da educação básica (FERRETTI, 2018; SILVA; PASQUALLI; SPESSATTO, 2023).

Dentre os diversos temas abordados no ensino das disciplinas de Ciências da Natureza, destaca-se a problemática do lixo eletrônico, uma vez que a crescente produção e descarte inadequado desses resíduos têm impactos significativos no meio ambiente e na saúde humana. Por ser um tema atual e relevante, permeado por questões sociais, econômicas e éticas, o lixo eletrônico se demonstra propício para o desenvolvimento de uma abordagem pedagógica que estimule a criticidade dos alunos. Além disso, a abordagem temática pode oportunizar a ampliação dos horizontes dos estudantes, incentivando-os a observar componentes do cotidiano de forma científica e problematizada (NOGUEIRA; SACHS, 2013).

Nesse contexto, surge em 2022 o projeto de extensão “O consumismo e a produção de lixo eletrônico como temáticas para oficinas de educação ambiental crítica em escolas da rede pública da região de Criciúma/SC”, com o objetivo de elaborar atividades diferenciadas com a temática do lixo eletrônico como forma de contextualizar os conceitos de química tradicionalmente estudados no ensino médio, além de contribuir para a conscientização dos estudantes sobre o consumismo e os impactos ambientais que podem ser causados pelo descarte inadequado de eletrônicos. O projeto foi desenvolvido por um grupo de servidores e acadêmicos vinculados ao curso de licenciatura em Química do IFSC - Câmpus Criciúma em parceria com professores e estudantes de algumas escolas da rede pública de educação básica da região de Criciúma. Ademais, o referido projeto foi aprovado em editais internos da Pró-reitoria de Extensão do IFSC e do Câmpus Criciúma, sendo contemplado com recursos financeiros e com bolsas para cinco discentes extensionistas.

Destarte, o objetivo deste trabalho consiste em analisar as ações desenvolvidas no Projeto de Extensão supracitado, além de avaliar a potencialidade dessas ações para o cumprimento do papel da extensão na realidade social da comunidade escolar.

2. O LIXO ELETRÔNICO COMO TEMÁTICA GERADORA DE REFLEXÕES SOBRE AS RELAÇÕES CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

Nesta seção, nos dedicamos a apresentar os pressupostos teóricos que orientaram a análise das atividades desenvolvidas no âmbito do projeto de extensão investigado. Para isso, abordamos algumas questões teóricas sobre o lixo eletrônico e as relações CTSA e, em um segundo momento, apresentamos nosso entendimento acerca de algumas perspectivas teórico-metodológicas do Ensino de Química abordadas ao longo deste trabalho.

2.1. Os impactos do lixo eletrônico na sociedade e no ambiente: evidenciando as relações CTS vinculadas à temática

Com o rápido avanço da tecnologia em conjunto com a estratégia de mercado chamada *obsolescência programada*⁴, a produção massiva de resíduos eletrônicos aparece como um dos principais desafios sociais e ambientais da sociedade contemporânea, pois o descarte inadequado do lixo eletrônico pode causar danos sérios ao meio ambiente e à saúde humana. De acordo com o relatório *The Global E-Waste Monitor 2020* (FORTI *et al.*, 2020), em 2019 mais de 53 milhões de toneladas de lixo eletrônico foram produzidos e apenas 18% desses materiais foram devidamente reciclados, ou seja, grande parte dos dispositivos produzidos não foram destinados corretamente.

Dentre os elementos contaminantes presentes nesses resíduos eletrônicos, podem ser citados metais potencialmente tóxicos como chumbo, mercúrio, berílio e cádmio. O chumbo, por exemplo, pode causar danos ao sistema nervoso central, enquanto o mercúrio é conhecido por sua toxicidade e bioacumulação em organismos vivos. Além disso, os resíduos eletrônicos também possuem materiais isolantes como polímeros plásticos, resinas epóxi, borrachas, materiais cerâmicos e

⁴ A obsolescência programada refere-se à redução ou limitação planejada da vida útil de um produto, criando necessidade de sua substituição. São estratégias que buscam incentivar o consumo contínuo e irracional de bens, descartando-os sem ter esgotado sua potencialidade ou uso (RIVABEM; GLITZ, 2021).

microfibras de vidro (SILVA, 2021). Dessa forma, se fazem necessárias diferentes técnicas para a reciclagem e reaproveitamento do lixo eletrônico, que vão desde tratamento mecânicos e térmicos para separação de metais e materiais isolantes a tratamentos químicos para a reciclagem dos metais. Ao serem descartados de forma incorreta (lixões ou aterros sanitários), os resíduos eletrônicos acarretam diversos problemas socioambientais, pois poluem solos e lençóis freáticos, afetando diretamente a qualidade da água, comprometendo sua potabilidade e impactando negativamente os ecossistemas aquáticos. Além disso, a incineração de resíduos eletrônicos libera gases e partículas tóxicas na atmosfera, contribuindo para a poluição do ar e colocando em risco a saúde das pessoas que vivem nas proximidades dessas instalações.

Ainda, é importante salientar que os problemas socioambientais acarretados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico não envolvem apenas a contaminação do meio ambiente e o desperdício de valiosos recursos presentes nos eletrônicos, mas também têm impacto direto nos países em desenvolvimento. De acordo com os dados publicados pela Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2012), 80% do lixo eletrônico – como aparelhos eletrônicos obsoletos, pilhas e baterias – é enviado (muitas vezes ilegalmente) para nações em desenvolvimento, como China, Índia, Gana, Nigéria e alguns países da América Latina. Nesses locais, o manuseio inapropriado desses resíduos pode levar a problemas de saúde e segurança para os trabalhadores envolvidos, muitos dos quais trabalham em condições precárias, além de afetar toda a população do entorno dos aterros sanitários. Na cidade chinesa de Guiyu, por exemplo, estudos identificaram que a contaminação por metais tóxicos afetou mais de 80% das crianças da cidade, em que foram detectados altos níveis de chumbo no sangue em virtude da disposição e tratamento inadequado dos resíduos eletrônicos (HUO *et al.*, 2007).

Como ressalta Loureiro (2004, p. 72), a Educação Ambiental Crítica e Transformadora:

[...] deve metodologicamente ser realizada pela articulação dos espaços formais e não-formais de educação; pela aproximação da escola à comunidade em que se insere e atende; pelo planejamento integrado de atividades curriculares e extracurriculares; pela construção coletiva e democrática do projeto político-pedagógico e pela vinculação das atividades de cunho cognitivo com as mudanças das condições objetivas de vida.

Deste modo, a conscientização sobre o descarte adequado do lixo e a implementação de políticas de gestão sustentável se fazem fundamentais para o controle da crise socioambiental causada pelo lixo eletrônico e é neste sentido que a Educação Ambiental Crítica (EAC) aparece como uma abordagem promissora por abordar as causas profundas dos problemas socioambientais, como desigualdade social, injustiça ambiental e sistemas econômicos insustentáveis em sala de aula, incentivando os alunos à preservação do meio ambiente e à promoção de uma sociedade mais sustentável. Com o objetivo de formar o indivíduo na sua consciência plena sobre o meio do qual faz parte, refletindo sobre as causas e consequências da organização social no meio, a EAC busca questionar as relações de poder, os valores dominantes e as práticas que levam à degradação ambiental (GUIMARÃES, 2004).

2.2. Abordagens diversificadas no Ensino de Química como estratégias de potencializar a formação crítica e o processo de ensino e aprendizagem

Desde a década de 1990, a educação científica e tecnológica vem sofrendo influências do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que, de maneira geral, propõe reflexões sobre os impactos da Ciência e da Tecnologia na Sociedade. Conforme destacam Barbosa, Soares e Robaina (2020, p. 1), essa vertente educacional se aproxima da Educação Ambiental Crítica, uma vez que “a Educação Ambiental Crítica (EAC) e o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) se conectam no objetivo de promover uma educação científica significativa sobre a complexidade da crise socioambiental.” Nessa perspectiva, propostas com ênfase CTSA em sala de aula permitem que conteúdos clássicos sejam explorados além da dimensão conceitual, trazendo problemáticas de interesse social de uma forma mais dinâmica e integrando o conhecimento científico com a tecnologia e o cotidiano.

Nascimento e Linsingen (2006) destacam as possibilidades de articulação entre a abordagem CTSA e a pedagogia de Paulo Freire, elencando três pontos de convergência entre as duas frentes pedagógicas: (i) a abordagem temática e a seleção de conteúdos e materiais didáticos; (ii) a perspectiva interdisciplinar do trabalho pedagógico e o papel da formação de professores; (iii) o papel do educador

no processo de ensino e aprendizagem e na formação para o exercício da cidadania.

Na educação como prática da liberdade, como problematizadora e dialógica, o conteúdo jamais deve ser depositado nos indivíduos como acontece na prática “bancária”, pois deve ser construído de forma coletiva e contextualizada, em que os estudantes são incentivados a questionar, refletir e dialogar sobre os temas abordados, buscando compreender a realidade em que estão inseridos, problematizar as situações e buscar soluções. Nesse contexto, Paulo Freire (1987, p. 45) defende uma educação problematizadora, que resulte na emersão das consciências, para que os educandos se sintam desafiados frente à problematização e desenvolvam uma consciência crítica, desalienada. Dessa forma, conforme Rosa (2014, p. 28),

A concepção educacional de Paulo Freire contribui para a construção de uma proposta de ensino de CTSA humanística. Incluir CTSA no ensino brasileiro é uma forma de buscar uma educação mais consciente e que possa formar, além de técnicos, cidadãos com capacidade crítica e reflexiva sobre as consequências e benefícios dos usos da tecnologia.

Essa conscientização pode acontecer ao longo do processo de ação–reflexão–ação defendido por Paulo Freire. “Nesse sentido, a visão crítica de CTSA corresponde a uma educação problematizadora, de caráter reflexivo, de desvelamento da realidade como propôs Paulo Freire” (ROSA, 2014, p. 28). Dessa forma, o conteúdo temático com enfoque CTSA atuaria como instrumento de transformação e de repensar o mundo (SANTOS, 2007). Nesse contexto, diversas estratégias podem ser desenvolvidas no ensino fundamentado a partir das relações CTSA, por exemplo abordagens temáticas, fóruns e debates, projetos, pesquisas de campo, visitas técnicas, estudos de casos envolvendo problemas reais e concretos e experimentação (HOFSTEIN *et al*, 2005; SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Conforme destacado por Santos *et al.* (2021), a utilização de metodologias diversificadas pode desempenhar um papel crucial no processo de ensino-aprendizagem, de maneira a oportunizar a participação ativa dos estudantes e a criação de uma dinâmica positiva no ambiente educacional. Diante disso, para além da perspectiva CTSA, que fundamentou o desenvolvimento do projeto de extensão, outras estratégias pedagógicas foram mobilizadas, quais sejam: o uso de jogos e da abordagem lúdica na educação científica, as Tecnologias Digitais de

Informação e Comunicação (TDIC) por meio de uma simulação virtual e o uso de experimentos em perspectiva investigativa.

Diversos autores destacam a importância da utilização do lúdico como forma de motivação e interação dos alunos em sala de aula, além de contribuir para o desenvolvimento cognitivo do estudante (RAMOS; SANTOS; LABURÚ, 2017; SANTOS; MIRANDA; DE-CARVALHO, 2021). Leal e D'Ávila (2013) sustentam a importância do lúdico como princípio formativo nas práticas pedagógicas, ampliando a compreensão epistemológica relacionada aos processos de ensino-aprendizagem dentro das instituições educacionais. Além disso, “quando o professor consegue integrar elementos lúdicos à educação científica, pode explicitar novas concepções e renovar o fazer pedagógico” (SANTOS *et al.*, 2021, p. 184).

Conforme apontado por Rostas e Rostas (2009), a incorporação de recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem, não apenas proporciona acesso à informação, mas também fomenta o desenvolvimento autônomo da aprendizagem. Além disso, a utilização de recursos computacionais que simulam experimentos reais representa uma alternativa prática e viável, permitindo que professores de química superem limitações de tempo e recursos didáticos para conduzir aulas experimentais (LUCENA; SANTOS; SILVA, 2013; NUNES *et al.*, 2014). Adicionalmente, a utilização de simuladores virtuais constitui uma abordagem dinâmica que cativa a curiosidade dos alunos e estimula a busca pela compreensão científica (BRUM, 2022; HECKLER; SARAIVA; OLIVEIRA FILHO, 2007).

Por fim, dentre as estratégias metodológicas analisadas neste trabalho, a experimentação envolve atividades práticas que permitem que os alunos explorem conceitos complexos, testem hipóteses, desenvolvam habilidades técnicas e apliquem conhecimentos teóricos em situações do mundo real. Contudo, é fundamental que essas atividades sejam conduzidas em conjunto com situações desafiadoras e questionadoras, envolvendo diálogo, e conduzindo os estudantes à resolução de problemas, permitindo assim a introdução de novos conceitos (CARVALHO, 1999). Em uma abordagem de experimentação investigativa, os alunos enfrentam uma situação-problema que estimula discussões, a formulação de ideias e hipóteses, além da coleta e análise de dados para resolver esse desafio (HOFSTEIN *et al.*, 2005). Destarte, as atividades experimentais de investigação emergem como estratégias eficazes para contextualizar o ensino sob a perspectiva

CTSA, promovendo o estudo e a busca por soluções para problemas reais, constituindo um desafio instigante para os alunos.

Dessa forma, conforme ressaltado anteriormente, este trabalho tem por objetivo analisar as atividades elaboradas e desenvolvidas com enfoque CTSA no projeto de extensão “O consumismo e a produção de lixo eletrônico como temáticas para oficinas de educação ambiental crítica em escolas da rede pública da região de Criciúma/SC”.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A abordagem de pesquisa utilizada neste relato foi qualitativa, em que a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto e procura-se entender “os fenômenos por palavras em vez de números ou medidas” (BOGDAN; BIKLEN, 1994; COUTINHO, 2013). Além disso, a escolha da abordagem qualitativa se dá pelo intuito de identificar aspectos heterogêneos, porém mais particulares e individualizados na área de ensino (ZWIEREWICZ, 2014), buscando compreender e se preocupar com “casos particulares e não com a formulação de leis generalizantes, como fazem as ciências naturais” (GOLDENBERG, 2011, p. 19).

Segundo Fraser e Gondim (2004, p. 8):

[...] na abordagem qualitativa, o que se pretende, além de conhecer as opiniões das pessoas sobre determinado tema, é entender as motivações, os significados e os valores que sustentam as opiniões e as visões de mundo. Em outras palavras é dar voz ao outro e compreender de que perspectiva ele fala.

Apresentado sob a forma de relato de experiência, o presente artigo tem por objetivo relatar as atividades desenvolvidas no projeto de extensão “O consumismo e a produção de lixo eletrônico como temáticas para oficinas de educação ambiental crítica em escolas da rede pública da região de Criciúma/SC”, realizadas no período de maio a novembro de 2022. Uma vez que “[...] manuscritos do tipo relato de experiência permitem a apresentação crítica de práticas e/ou intervenções científicas e/ou profissionais” (MUSSI; FLORES; ALMEIDA, 2021, p. 61), pretende-se neste artigo, para além da descrição das atividades realizadas, valorizar as experiências vividas ao longo do projeto por meio da aplicação crítica-reflexiva com aporte teórico-metodológico.

As oficinas temáticas do projeto foram organizadas em cinco momentos distintos, porém complementares, e realizadas nas seguintes instituições de ensino: Escola de Educação Básica Heriberto Hulse; Escola de Educação Básica Antônio Colonetti; Escola de Educação Básica Quintino Folharini Dajori; e o Centro de Educação de Jovens e Adultos de Tubarão, alcançando cerca de 150 pessoas da comunidade externa do IFSC Câmpus Criciúma. Ressalta-se que as escolas foram escolhidas a partir de experiências prévias dos extensionistas, como Estágio Supervisionado e/ou Residência Pedagógica. Além disso, cabe salientar que os encontros foram planejados de acordo com a realidade das escolas, suas particularidades e tempo disponível; dessa forma, as cinco atividades não foram realizadas necessariamente em todas as escolas. Participaram três licenciandos em Química (bolsistas do Projeto, incluindo a autora principal deste artigo), dois professores do IFSC Câmpus Criciúma (o coordenador do Projeto e uma colaboradora, coautores deste artigo) e cinco professores da Educação Básica (colaboradores externos). Além disso, dois estudantes do curso de Engenharia Mecatrônica participaram do projeto como desenvolvedores de uma simulação virtual utilizada em algumas atividades das oficinas. O planejamento ocorreu de modo colaborativo, tendo-se optado pela utilização de metodologias e recursos diversificados, tais como atividades lúdicas, jogos, dinâmicas, interação com maquete, simulação virtual e atividade experimental.

Contudo, ainda que as perspectivas metodológicas citadas anteriormente tenham sido um dos focos do trabalho pedagógico realizado pelo coletivo extensionista, as ações desenvolvidas tiveram por objetivo promover a Educação Ambiental Crítica com enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) por meio da temática “Lixo Eletrônico”. Nesse sentido, o uso de atividades lúdicas e experimentais se inseriu de maneira que os conhecimentos científicos fossem abordados de forma mais significativa, privilegiando o protagonismo discente na elaboração de hipóteses, testes, discussões, reflexões e soluções de problemas, sem perder de vista o compromisso com a leitura crítica da realidade e com a perspectiva emancipatória do projeto de extensão.

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido em 4 etapas, a saber: (i) identificação das atividades desenvolvidas no âmbito do projeto de extensão; (ii)

descrição das atividades desenvolvidas; (iii) análise das atividades desenvolvidas a partir do prisma teórico-metodológico de abordagens diversificadas no ensino de Química; (iv) sistematização das possíveis contribuições do projeto de extensão para a promoção do ensino de Química em perspectiva contextualizada e crítica. A seguir, são detalhadas cada uma dessas etapas.

3.1. Sobre a identificação das atividades desenvolvidas

As oficinas desenvolvidas no Projeto de Extensão intitulado “O consumismo e a produção de lixo eletrônico como temáticas para oficinas de educação ambiental crítica em escolas da rede pública da região de Criciúma/SC” foram planejadas a partir de reuniões semanais com o grupo do projeto e, em alguns momentos, com os professores das escolas parceiras.

Ao longo do projeto, os encontros foram registrados em atas e as produções do grupo foram centralizadas em uma pasta compartilhada na plataforma de armazenamento Google Drive. Dessa forma, considerando que a autora principal deste artigo, assim como os coautores, participavam do grupo executor do projeto extensionista, o acesso aos materiais analisados neste trabalho foi facilitado, sendo possível identificar as atividades desenvolvidas durante a vigência do projeto. Adicionalmente, foram realizadas consultas em outros trabalhos acadêmicos produzidos no contexto do projeto de extensão (KAUTZMANN; RODRIGUES, 2022; ASSIS; RODRIGUES; ACKER, 2023).

3.2. Sobre a descrição das atividades desenvolvidas

De posse dos materiais produzidos durante o projeto, foi realizada a leitura integral do planejamento e da estruturação das atividades. Ademais, foram consultados os relatórios vinculados ao projeto, bem como alguns registros das intervenções realizadas nas escolas de educação básica das regiões de Criciúma e Tubarão. Diante desses dados, foi possível descrever como cada atividade foi desenvolvida e com qual(is) objetivo(s).

3.3. Sobre a análise das atividades desenvolvidas

Diante das descrições das atividades, foi possível traçar um paralelo entre os pressupostos teóricos que orientam perspectivas diversificadas no Ensino de Química, tais quais: o uso de jogos, a perspectiva lúdica, o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e a perspectiva investigativa da experimentação. Com base nessa articulação, foram realizadas as análises das potencialidades de cada atividade desenvolvida no âmbito do projeto de extensão.

3.4. Sobre a sistematização das possíveis contribuições do projeto de extensão

Sem perder de vista o caráter crítico do projeto de extensão e desta pesquisa, foi feita uma reflexão acerca das contribuições sinalizadas na análise das atividades propostas, de forma a destacar de que maneiras elas podem contribuir para o estabelecimento de relações CTSA que encaminhem a prática pedagógica, em especial o Ensino de Química, para uma perspectiva crítica e transformadora, sobretudo no contexto de um projeto de extensão.

4 RESULTADOS

Diante do percurso metodológico apresentado anteriormente, foi possível identificar e descrever as atividades elaboradas e desenvolvidas no âmbito do projeto de extensão “O consumismo e a produção de lixo eletrônico como temáticas para oficinas de educação ambiental crítica em escolas da rede pública da região de Criciúma/SC”. O Quadro 01 apresenta a relação e a descrição das atividades realizadas.

Considerando as informações dispostas no Quadro 1, foi possível aprofundar o entendimento sobre as atividades propostas a partir da articulação das descrições das ações com referenciais teóricos pertinentes, de forma a evidenciar as possíveis contribuições de cada uma das atividades, conforme apresentado a seguir.

Quadro 01 - Descrição das atividades realizadas nas oficinas.

Atividade(s)	Descrição da(s) atividade(s)
Dinâmica da “Caça ao Lixo”	Separação dos componentes do lixo seco de acordo com as cores das lixeiras disponibilizadas. Problematização sobre o descarte adequado para o lixo eletrônico.
Dinâmica de simulação da corrente elétrica	Atividade lúdica para a representação da condução de corrente elétrica proporcionada pelos metais.
Interação e interpretação da maquete	Observação e discussão sobre uma maquete construída para representar os impactos socioambientais da produção e do descarte de equipamentos eletrônicos.
Atividade experimental de identificação de metais presentes nas Placas de Circuito Eletrônicos (PCE)	Realização de um experimento de identificação dos metais: Fe, Cu, Pb e Ni a partir de testes qualitativos de uma solução ácida resultante da lixiviação prévia de uma Placa de Circuito Eletrônico.
Simulação virtual de reciclagem de lixo eletrônico e quiz sobre os conteúdos abordados	Simulação virtual da reciclagem de lixo eletrônico desde a coleta e caracterização, remoção dos componentes eletrônicos e teste qualitativo para identificação dos metais presentes. Ao final, quiz sobre os conteúdos abordados na oficina.

Fonte: Autores (2023).

4.1 Dinâmica da “Caça ao Lixo”

A primeira dinâmica tinha como proposta que os estudantes separassem os componentes de resíduo seco de acordo com as cores das lixeiras disponibilizadas (azul - papel, vermelha - plástico, verde - vidro, amarela - metal, preta - madeira). Dentre os resíduos previamente selecionados, foram colocados também peças de lixo eletrônico (placas de circuito impresso de controle remoto, celular, notebook, etc). Os estudantes separavam corretamente todos os materiais comuns (Figura 1), mas ficavam intrigados quanto aos componentes eletrônicos e não sabiam exatamente de que materiais eram feitos. Neste ponto, era então iniciada a problematização sobre a lixeira adequada para descartar o lixo eletrônico, questionando os estudantes sobre o que eles e suas famílias faziam com esse tipo de resíduo.

Figura 1 - Dinâmica da “Caça ao Lixo”.



Fonte: Acervo do projeto (2022).

A partir das respostas, a composição das placas de circuito eletrônico (PCEs) - polímero, vidro, cerâmica e metais - era apresentada para os estudantes e as diferentes propriedades dos materiais eram abordadas para explicar a função de cada um deles nos eletrônicos. Ao final, os estudantes puderam verificar que o lixo eletrônico deve passar primeiro por um processo de caracterização e separação dos componentes para propiciar o descarte correto e uma possível reciclagem. Com isso, esta atividade vai ao encontro do objetivo proposto pela educação com enfoque CTSA que é, segundo Santos (2008, p. 112),

[...] promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões.

Ademais, a realização desta atividade evidenciou a vantagem de propostas com ênfase CTSA que é “conjugam o tratamento de conteúdos clássicos numa abordagem que extrapola a dimensão conceitual, trazendo para sala de aula problemas de interesse social, de forma mais dinâmica e contextualizada” (ROSA, 2014, p. 13).

4.2 Dinâmica de representação da corrente elétrica

Uma vez que os metais fazem parte da composição das placas de circuito eletrônico, optou-se por realizar uma atividade lúdica que representasse a condução de corrente elétrica proporcionada por esses materiais. Em círculo, os estudantes simularam um circuito elétrico onde passavam bolinhas de isopor (elétrons) de mão em mão para ligar a lâmpada que estava no final do circuito (Figura 2). Durante a dinâmica, era abordado o processo de formação de cátions, além das propriedades dos metais, ddp e a corrente elétrica.

Ressalta-se que a introdução do aspecto lúdico na educação oferece a oportunidade de envolver o aluno de maneira mais dinâmica e efetiva em seu próprio processo de aprendizagem, respeitando seus limites, possibilidades e conhecimentos prévios (RAMOS; SANTOS; LABURÚ, 2017). Além disso, Santos, Miranda e De-Carvalho (2021, p. 186) afirmam que

Práticas lúdicas, quando inseridas no planejamento escolar com finalidades específicas, podem colaborar para o desenvolvimento de múltiplas habilidades no educando, estreitar a construção de laços afetivos, melhorar as interações socioculturais e ampliar a capacidade psicocognitiva.

Neste sentido, acredita-se que a realização da atividade de simulação da corrente elétrica tenha possibilitado uma aprendizagem mais envolvente e atuado como ferramenta auxiliar na mediação dos conceitos científicos, facilitando a compreensão por parte dos estudantes. Além disso, a dinâmica favoreceu uma relação mais interativa e participativa entre estudantes e professores.

Figura 2 - Dinâmica de simulação da corrente elétrica.



Fonte: Acervo do projeto (2022).

4.3 Interação e interpretação da maquete

Na terceira atividade elaborada, era solicitado aos estudantes que observassem uma maquete (construída pelos membros do projeto, apresentada na Figura 3) que representava os impactos socioambientais da produção e do descarte de equipamentos eletrônicos. A partir dessa observação, os estudantes deveriam relatar o que interpretavam de cada uma das áreas representadas na maquete (a saber: extração mineral, vegetação nativa, plataforma petrolífera, condomínios de luxo e favela).

Figura 3 - Interação e interpretação da maquete.



Fonte: Acervo do projeto (2022).

Consonante com os princípios da EAC, esta atividade objetivava possibilitar um processo de ensino-aprendizagem de conhecimentos científicos ao vincular as relações sociais à origem das problemáticas socioambientais (BARBOSA; SOARES; ROBAINA, 2020). Uma vez que a conscientização e a formação de valores ambientais devem ser trabalhados de forma gradativa e contínua para que haja uma sensibilização e consequente interiorização das questões socioambientais (GONÇALVES, 1990), os estudantes eram conduzidos a refletir sobre a importância da reciclagem adequada de equipamentos eletrônicos e sobre como o descarte correto dos resíduos pode reduzir os impactos negativos no meio ambiente.

Para além disso, os estudantes eram convidados a refletir sobre quais grupos sociais se beneficiam da tecnologia de ponta e quais grupos sociais sofrem os impactos pela produção excessiva e descarte inadequado de equipamentos eletrônicos, dando enfoque para recortes de classe, raça e gênero na reflexão.

Nesse sentido, a Educação Científica pode cumprir com seu papel crítico, ao promover denúncias de contradições presentes na realidade dos estudantes, sobretudo em contextos de desigualdade social.

4.4 Atividade experimental de identificação de metais presentes nas Placas de Circuito Eletrônicos (PCE)

Nesta atividade experimental era então realizada uma análise qualitativa para identificação dos metais presentes nas placas de circuito eletrônico. Os estudantes receberam uma solução ácida resultante da lixiviação prévia de uma PCE e realizavam testes qualitativos para descobrir quais metais estavam presentes na solução. Através de reagentes como $K_4[Fe(CN)_6]$, NaOH, KI, NH_4OH , cátions metálicos como Fe^{+3} , Cu^{+2} , Ni^{+2} e Pb^{+2} puderam ser identificados por meio da mudança de coloração causada pela formação de complexos, hidróxidos e sais na solução lixiviada durante a reação (FRIEDRICH, 2014).

É importante ressaltar que atividades experimentais de investigação podem ser uma estratégia eficiente para contextualização no enfoque CTSA através do estudo e da busca por soluções para problemas reais, representando um desafio lançado para os alunos. Além disso, a utilização de atividades experimentais investigativas nas aulas de Ciências cria a oportunidade de maior entendimento dos conteúdos por valorizar o protagonismo e a participação ativa dos discentes (SANTOS *et al.*, 2018). Ainda, de acordo com Zômpero e Laburú (2011, p. 78), “as atividades de investigação permitem promover a aprendizagem dos conteúdos conceituais, e também dos conteúdos procedimentais que envolvem a construção do conhecimento científico”.

Adicionalmente, o ensino por investigação proporciona condições para os alunos “pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas” (CARVALHO, 2018, p. 766). Para tanto, “[...] os estudantes precisam ser introduzidos na linguagem científica de descrição e representação do mundo com o intuito de possibilitar novas maneiras de vê-lo e retratá-lo” (LIRA, 2017, p. 43).

Figura 4 - Atividade experimental de identificação de metais nas PCE.



Fonte: Acervo do projeto (2022).

Após a identificação dos metais, era feita uma reflexão sobre os impactos do descarte incorreto dos equipamentos eletrônicos e a contaminação do meio ambiente com metais tóxicos. Assim, além de possibilitar o aprofundamento do entendimento de conceitos químicos e técnicas experimentais pelos estudantes, a atividade prática também pôde sensibilizá-los para questões mais amplas relacionadas ao meio ambiente e à responsabilidade social, alertando os estudantes sobre a necessidade de desenvolver tecnologias mais sustentáveis e métodos de reciclagem eficientes para lidar com o crescente problema dos resíduos eletrônicos.

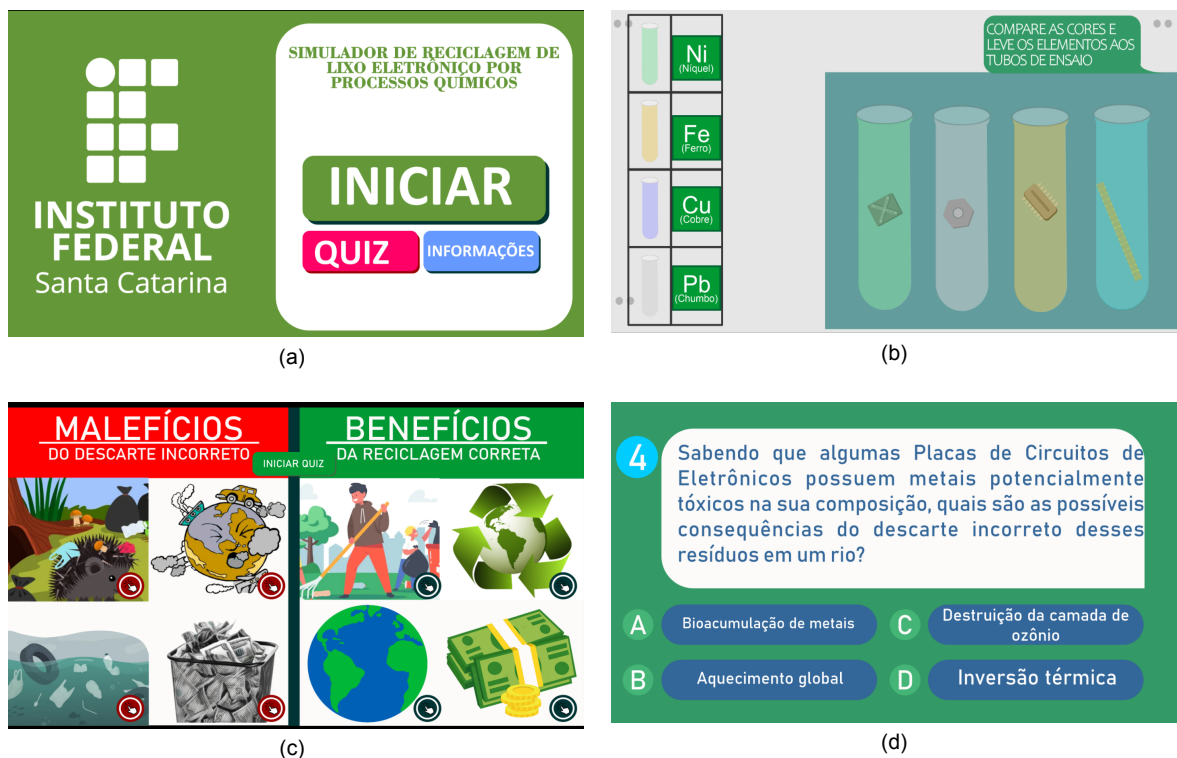
4.5 Simulação virtual de reciclagem de lixo eletrônico por processos químicos

No projeto também foi elaborada uma simulação virtual⁵ de reciclagem de lixo eletrônico desde a coleta do lixo, caracterização e separação dos componentes eletrônicos até a posterior análise qualitativa para identificação dos metais presentes nas placas de circuito. Além disso, o simulador também trazia informações sobre os malefícios do descarte incorreto e benefícios da reciclagem correta do lixo eletrônico e, por fim, um quiz sobre os principais assuntos abordados (Figura 5).

⁵ Simulação virtual disponível em:
<https://www.construct.net/en/free-online-games/simulador-reciclagem-lixo-42746/27db126b-827e-4c81-b92d-2e677ac205c7>

Figura 5 - Simulação virtual da reciclagem de lixo eletrônico.

(a) Tela inicial do simulador; (b) etapa de identificação dos metais presentes na placa de circuito eletrônico; (c) Tela de informações sobre os malefícios do descarte incorreto e benefícios da reciclagem correta; (d) Quiz sobre os conteúdos abordados na simulação.



Fonte: Acervo do projeto (2022).

A atividade desenvolvida partiu da ideia de incorporar ferramentas tecnológicas como forma de diversificação da metodologia de ensino, gerando aulas mais dinâmicas e facilitando a assimilação dos conteúdos. Tendo em vista o grau de abstração dos conceitos científicos utilizados no ensino de química, os usos dos recursos gerados pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) podem apresentar soluções que diminuam a distância entre aluno e fenômeno estudado (BRUM, 2022). A natureza lúdica dos simuladores pode estimular a curiosidade dos alunos e incentivá-los a descobrir conceitos complexos de maneira mais autônoma, proporcionando um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento no processo de ensino-aprendizagem (HECKLER; SARAIVA; OLIVEIRA FILHO, 2007). Além disso, o simulador virtual pode atuar como uma alternativa às atividades experimentais, sem os riscos, custos e demanda de tempo de um experimento químico (LUCENA; SANTOS; SILVA, 2013; NUNES *et al.*, 2014).

4.6. Contribuições do projeto de extensão para a promoção do ensino de química contextualizado e crítico

Esta seção apresenta de forma sistematizada os resultados obtidos com o projeto de extensão relatado, organizados a partir dos diferentes sujeitos e instituições envolvidas: (i) resultados para os discentes extensionistas; (ii) resultados para os estudantes da escola de educação básica; (iii) resultados para o IFSC.

4.6.1 Sobre os resultados para os discentes extensionistas:

Os acadêmicos do curso de licenciatura em química participaram ativamente do processo de planejamento, execução e avaliação das atividades desenvolvidas com os estudantes da educação básica. Nesse sentido, foi possível perceber um grande contributo da participação no projeto com a constituição da identidade docente desses acadêmicos. Para além disso, o projeto contribuiu para a formação científica dos estudantes, uma vez que todos eles desenvolveram a pesquisa de TCC no âmbito das atividades extensionistas desenvolvidas, a citar o presente trabalho e os seguintes (já defendidos):

- A abordagem CTSA e a modelagem no ensino de química: investigando o desenvolvimento do letramento científico de estudantes do ensino fundamental (KAUTZMANN; RODRIGUES, 2022).
- Lixo Eletrônico como temática para oficinas de Educação Ambiental: um estudo sobre as contribuições para a Formação Cidadã Crítica de Estudantes do Ensino Médio (ASSIS; RODRIGUES; ACKER, 2023);

4.6.2 Sobre os resultados para os estudantes da escola de educação básica:

Os estudantes participantes das oficinas indicaram ter desenvolvido o seu Letramento Científico de forma a articular os conhecimentos científicos às questões de interesse da sociedade contemporânea como o lixo eletrônico. Neste sentido, a abordagem CTSA foi evidenciada ao vincular relações sociais às problemáticas socioambientais, estimulando a reflexão sobre desigualdades sociais e impactos na comunidade. Além de promover a aprendizagem dos conteúdos conceituais, as atividades desenvolvidas no projeto também contribuíram para o desenvolvimento de habilidades procedimentais, a exemplo das atividades práticas em laboratório.

Ainda, a integração de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) proporcionou um aprendizado mais acessível e motivador para os estudantes, alinhando-se à busca por soluções que diminuam a distância entre aluno e conteúdo estudado, além de oferecer alternativa segura e prática à realização de experimentos químicos.

Em resumo, as atividades desenvolvidas no projeto não apenas promoveram um ensino de química contextualizado, mas também possibilitaram uma educação ambiental crítica, estimulando a reflexão, o diálogo e a participação ativa dos estudantes. O uso de abordagens diversificadas, desde dinâmicas práticas até simuladores virtuais, evidenciou a importância da integração de diferentes metodologias para alcançar uma aprendizagem mais significativa, respeitando as especificidades dos sujeitos envolvidos no processo pedagógico e buscando contemplar as motivações e as demandas do contexto educacional em que se desenvolvem as atividades pedagógicas.

4.6.3 Sobre os resultados para o IFSC:

A partir dos estudantes alcançados por este projeto de extensão, o câmpus Criciúma passou a ter mais visibilidade na região, estreitando os laços com a comunidade externa e cativando possíveis estudantes para um futuro próximo. Além disso, o projeto possibilitou o fortalecimento de parcerias com algumas escolas da região, abrindo portas para uma série de outras atividades e oportunidades. Ademais, a partir do projeto de extensão foram construídos/adquiridos diversos recursos didáticos, como a maquete, o simulador virtual e os jalecos para as aulas práticas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no projeto destacam a relevância de práticas pedagógicas inovadoras, especialmente no contexto do Ensino de Química. Ao abordar o tema do lixo eletrônico, o projeto não apenas pôde fortalecer a compreensão dos conteúdos de Química, mas também contribuiu para a formação de uma consciência crítica nos estudantes, estimulando a reflexão sobre as consequências do consumismo e do descarte inadequado de eletrônicos. A abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) proporcionou uma

visão integrada dos temas, conectando os aspectos científicos e tecnológicos às dimensões sociais e ambientais. Isso reforça a importância de uma educação que vai além do simples repasse de informações, incentivando a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento.

No entanto, é importante ressaltar que a avaliação do projeto pode ser aprimorada com a produção de dados sistemáticos, como a aplicação de questionários antes e depois das atividades para mensurar o impacto nas percepções e conhecimentos dos estudantes, conforme realizado por Kautzmann e Rodrigues (2022) e Assis, Rodrigues e Acker (2023). Além disso, a continuidade e a expansão de iniciativas como essa podem contribuir para uma transformação mais abrangente na educação básica, promovendo uma abordagem mais crítica e contextualizada no ensino de Química.

Por fim, vale ressaltar que a participação no projeto de extensão e a posterior elaboração deste relato desempenharam um papel crucial em minha formação docente, uma vez que pude participar diretamente da aplicação de abordagens pedagógicas diferenciadas, com a integração de dinâmicas, práticas experimentais e simulações virtuais com ênfase no contexto CTSA. Além disso, as reflexões acerca das atividades realizadas e suas contribuições não apenas ampliaram meu entendimento sobre a importância da contextualização dos conteúdos científicos a partir de problemas sociais relevantes, mas também fortaleceram o meu compromisso com o ensino de química pautado na promoção do pensamento crítico, responsabilidade social e conscientização ambiental dos alunos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. *Educação e Pesquisa*. São Paulo, v.29, n.2, p. 329-340. 2003. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/S1517-97022003000200010>. Acesso em: 03 dez. 2023.

ASSIS, Wesley Diogo de; RODRIGUES, Victor Augusto Bianchetti; ACKER, Carmine Inês. **Lixo Eletrônico como temática para oficinas de Educação Ambiental: um estudo sobre as contribuições para a Formação Cidadã Crítica de Estudantes do Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Santa Catarina, Criciúma, 2023.

BARBOSA, Renan de Almeida; ROBAINA, José Vicente Lima; SOARES, Jeferson Rosa. O diálogo entre a educação ambiental crítica e o enfoque ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente: uma análise da produção acadêmica. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, PR, v. 5, n. 2, p. 1-22, 2020.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. Características da investigação qualitativa. In: **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Porto Editora, 1994.

BRUM, Jonathan de Brito. **Criação e uso de simuladores virtuais como ferramentas educativas para o ensino de química na educação básica**. Monografia de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Coordenação dos Cursos de Química, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2022.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 1ª ed. 2000, 434 p., 2ª ed. 2001, 438 p.

COUTINHO, Clara Pereira. **Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e Prática**. 2. ed. Coimbra: Edições Almedina, 2013.

FERRETTI, Celso João. A reforma do Ensino Médio e sua questionável concepção de qualidade da educação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 93, p. 25–42, 2018.

FORTI, Vanessa; , BALDÉ, Cornelis Peter; KUEHR, Ruediger; BEL, Garam. **The Global E-waste Monitor - 2020: quantity, flows and the circular economy potential**. Bonn: United Nations University, IAS-SCYCLE, 2020.

FRASER, Márcia Tourinho Dantas; GONDIM, Sônia Maria Guedes. Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa. **Paidéia**, v. 14, n. 28, p. 139–152, 2004.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FRIEDRICH, Leandro da Silva. **O lixo eletrônico como possibilidade para o ensino de química na formação de professores**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar**. 12. ed. Rio de Janeiro: Record, 2011.

GONÇALVES, Dalva Regina dos Prazeres. A educação ambiental e o ensino básico. In: **Seminário Nacional Sobre Universidade e Meio Ambiente**, Florianópolis. Florianópolis: UFSC, v. 4, p. 125-146, 1990.

GUIMARÃES, Mauro. **Educação Ambiental Crítica**. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier, organizador. Identidades da educação ambiental brasileira. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 25–34, 2004.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 267–73, 2007.

HOFSTEIN, Avi; NAVOS, Oshrit; KIPNIS, Mira; MANLOK-NAAMAN, Rachel. Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. **Journal of Research in Science Teaching**, 42, n. 7, p. 791–806, 2005.

HUO, Xia; PENG, Lin; XU, Xijin; ZHENG, Liangkai; QIU, Bo; QI, Zongli; ZHANG, Bao; HAN, Dai; PIAO, Zhongxian. Elevated Blood Lead Levels of Children in Guiyu, an Electronic Waste Recycling Town in China. **Environmental Health Perspectives**, v. 115, n. 7, p. 1113–1117, 2007.

KAUTZMANN, Anderson Henrique; RODRIGUES, Victor Augusto Bianchetti. **A abordagem CTSA e a modelagem no ensino de química: investigando o desenvolvimento do letramento científico de estudantes do ensino fundamental**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Santa Catarina, Criciúma, 2022.

LEAL, Luiz Antonio Batista; D'ÁVILA, Cristina Maria. A ludicidade como princípio formativo. **Interfaces Científicas - Educação**, v. 1, n. 2, p. 41-52, 2013.

LIRA, Magadã Marinho Rocha de. **A argumentação em aulas de ciências do ensino fundamental**: A persuasão na construção do discurso científico na escola. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Pernambuco) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2017.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Educação ambiental transformadora**. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental, 2004.

LUCENA, Guilherme Leocárdio; SANTOS, Vandeci Dias dos; SILVA, Afranio Gabriel da. Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n. 2, p. 27-36, 2013.

MUSSI, Ricardo Franklin de Freitas; FLORES, Fabio Fernandes; ALMEIDA, Cláudio Bispo de. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021.

NOGUEIRA, Márcia Cristhina Dejuli; SACHS, Luís Guilherme. A química do cotidiano na educação de jovens e adultos mediante a prática social. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**. 2013.

Disponível em:

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uenp_qui_artigo_marcia_cristhina_dejuli_nogueira.pdf Acesso em: 27 nov. 2023.

NUNES, Felipe Becker; HERPICH, Fabrício; VOSS, Gleizer Bierhalz; MEDINA, Roseclea Duarte; LIMA, José Valdeni de; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Laboratório Virtual de Química: uma ferramenta de estímulo à prática de exercícios baseada no Mundo Virtual OpenSim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – CBIE, 3.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – SBIE, 25., 2014, Dourados. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação – SBC, 2014. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/view/3002> Acesso em: 03 dez. 2023.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). **The global impact of e-waste: addressing the challenge**. Geneva: International Labour Office (ILO), 2012.

RAMOS, Elaine da Silva; SANTOS, Fernanda Alves Campolin; LABURÚ, Carlos Eduardo. O uso da ludicidade como ferramenta para o Ensino de Química Orgânica:

o que pensam os alunos. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 119-136, 2017.

RIVABEM, Fernanda Schaefer; GLITZ, Frederico Eduardo Zenedin. Obsolescência programada: entre a legalidade e a abusividade da conduta - notas a partir das decisões do STJ. **Revista IBERC**, Belo Horizonte, v. 4, n. 3, p. 21–37, 2021.

ROSTAS, Márcia Helena Sauáia Guimarães; ROSTAS, Guilherme Ribeiro. O ambiente virtual de aprendizagem (moodle) como ferramenta auxiliar no processo ensino-aprendizagem: uma questão de comunicação. In: SOTO, U.; MAYRINK, M. F.; GREGOLIN, I. V (orgs). **Linguagem, educação e virtualidade: experiências e reflexões**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 249 p., 2009.

SANTOS, Gabriel Jerônimo Silva; MIRANDA, Sabrina do Couto de; DE-CARVALHO, Plauto Simão. Ludicidade & Ensino de Ciências: oficinas pedagógicas enquanto ferramentas didáticas. **Tecnia**, v. 6, n. 1, p. 178-203, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ifg.edu.br/tecnica/issue/view/v6n1/v6n2> Acesso em: 03 dez. 2023.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica humanista em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em química: compromisso com a cidadania**, 4ª edição, Ijuí: Editora da Unijuí, 2010.

SANTOS, Tâmara, BATISTA, Carlos; OLIVEIRA, Ana; CRUZ, Maria. Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 4, p. 258–266, 2018.

SILVA, Tamires Silva da; PASQUALLI, Roberta; SPESSATTO, Marizete Bortolanza. Desafios da implementação do Novo Ensino Médio: o que dizem os professores. **Educação Em Foco**, v. 28, n. 1, e28007, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/edufoco/article/view/39210> Acesso em: 03 dez. 2023.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 67–80, 2011.

ZWIREWICZ, Marlene. **Seminário de pesquisa e intervenção I**. Florianópolis, IFSC, 2014.