



## Educação Ambiental Crítica e CTS: Caminhos para a Sustentabilidade no Ensino de Química

**Caroline da Cunha Baptista do Nascimento<sup>1\*</sup>, Priscila Tamiasso-Martinhon<sup>2</sup>, Grazieli Simões<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

\* carol.cunhabp@gmail.com.

Palavras-Chave: *Educação Ambiental, Sustentabilidade, Abordagem CTS.*

### Introdução e objetivos

O presente artigo tem como objetivo a realização de uma revisão conceitual sobre a integração da Educação Ambiental Crítica e da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no ensino de Química, com foco na promoção da sustentabilidade. A pesquisa sistematiza estudos acadêmicos que abordam a educação ambiental e o ensino de sustentabilidade, utilizando a abordagem CTS como um recurso teórico e metodológico.

O trabalho se fundamenta nas pesquisas desenvolvidas no Trabalho de Conclusão de Curso da Graduação de Licenciatura em Química do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro que tem como tema os produtos químicos de uso diário em uma visão da educação ambiental crítica e da abordagem CTS no ensino de sustentabilidade. Que busca explorar a relevância e os impactos dos produtos químicos utilizados cotidianamente, como detergentes, desinfetantes e outros saneantes, analisando-os através das lentes da educação ambiental crítica e da abordagem CTS. A pesquisa buscou compreender como essas perspectivas podem contribuir para uma formação mais consciente e transformadora dos estudantes, incentivando-os a questionar e repensar práticas de consumo e produção em prol da sustentabilidade.

O artigo revisa conceitos para consolidar conhecimentos e identificar lacunas na literatura sobre a integração dessas abordagens no ensino de Química, destacando a importância de uma educação que promova reflexão crítica sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, além da simples transmissão de conteúdos científicos. Desta forma, sistematizando pesquisas sobre educação ambiental e sustentabilidade, contribuindo para o debate acadêmico e a construção de práticas educativas

voltadas para a transformação social e a preservação ambiental.

### Metodologia

Este artigo adota uma abordagem metodológica de revisão conceitual, complementada por uma revisão integrativa, para analisar a interseção entre a Educação Ambiental Crítica e a abordagem CTS no ensino de Química, com foco na sustentabilidade. A revisão conceitual fundamenta-se em autores consagrados nas temáticas de educação ambiental, educação crítica, CTS e sustentabilidade, utilizando uma variedade de fontes como livros, artigos científicos, dissertações, teses e outros documentos acadêmicos relevantes.

Para a revisão integrativa, a pesquisa foi conduzida em bases de dados amplamente reconhecidas, incluindo SciELO, Google Acadêmico e Scopus. A seleção dos estudos envolveu uma busca sistemática utilizando termos de pesquisa específicos, tais como "Educação Ambiental Crítica", "abordagem CTS", "sustentabilidade no ensino de Química", "produtos químicos de uso diário" e "educação para a sustentabilidade".

Os critérios de inclusão para a seleção dos estudos foram pautados na relevância temática; no idioma de publicação, dando prioridade a publicações nacionais desenvolvidas em português; e no período de publicação, abrangendo estudos publicados nos últimos vinte anos.

Já os critérios de exclusão foram pautados na repetição de estudos duplicados em diferentes bases de dados; na irrelevância temática; na qualidade e credibilidade; e na acessibilidade.

Após a coleta dos estudos, procedeu-se à leitura e análise crítica dos textos selecionados. Esta análise envolveu a identificação dos principais conceitos, abordagens teóricas e metodológicas, bem como as contribuições e limitações dos estudos em relação à

integração da educação ambiental crítica e CTS no ensino de Química. Além disso, buscou-se sintetizar as boas práticas e propostas pedagógicas que emergem das pesquisas revisadas, visando oferecer uma compreensão abrangente e atualizada sobre o tema.

## Resultados e Discussão

As Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental caracterizam a educação ambiental como uma dimensão da educação, enfatizando seu papel intencional na prática social, com o objetivo de desenvolver uma relação social com a natureza e com os seres humanos, visando à promoção de práticas sociais e éticas ambientais (Brasil, 2012). Além disso, segundo o artigo 12 das Diretrizes Curriculares para a Educação Ambiental, os princípios fundamentais incluem a totalidade como categoria de análise, a interdependência entre os aspectos naturais, socioeconômicos e culturais com um enfoque humanista e participativo, o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, a vinculação entre ética, educação, trabalho e práticas sociais, a articulação de uma abordagem crítica e transformadora dos desafios ambientais, e o respeito à pluralidade e diversidade em suas várias formas, promovendo os direitos de existência e a cidadania planetária (Brasil, 2012).

Layrargues e Lima (2014) propõem a divisão da Educação Ambiental em três macrotendências: conservacionista, pragmática e crítica. Na visão dos autores, a macrotendência conservacionista, que abrange correntes como o conservacionismo, o comportamentalismo, a Alfabetização Ecológica e atividades de sensopercepção ao ar livre, está baseada nos princípios da ecologia e valoriza a conexão emocional com a natureza e a mudança de comportamento individual em relação ao ambiente. Essa abordagem busca promover uma mudança cultural que reduza o antropocentrismo, mas, apesar de sua consolidação histórica, não é hegemônica no campo da Educação Ambiental no início do século XXI e tem um potencial limitado para contribuir para a transformação social devido ao seu afastamento das dinâmicas sociais e políticas e seus conflitos (Layrargues e Lima, 2014).

Segundo os mesmos autores, a macrotendência pragmática na Educação Ambiental origina-se do estilo de produção e consumo desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial. Esta tendência poderia oferecer uma leitura crítica da realidade se explorasse a articulação das dimensões sociais, culturais, econômicas, políticas e ecológicas na reflexão sobre o padrão de resíduos gerados pelo modelo de produção atual. No entanto, tem sido ideologicamente direcionada para uma abordagem pragmática, funcionando como um mecanismo de compensação para corrigir as "imperfeições" do

sistema de produção baseado no consumismo e na descartabilidade dos bens de consumo. Isso resulta em um aumento significativo na geração de resíduos, que precisam ser reciclados para manter a viabilidade do sistema. Assim, essa tendência se alinha com a ideia de Consumo Sustentável e está associada a aspectos como economia de energia ou água, mercado de carbono, eco-tecnologias e redução da "pegada ecológica", promovendo mudanças superficiais, tecnológicas e comportamentais (Layrargues e Lima, 2014).

Layrargues e Lima também discutem as correntes da Educação Ambiental Popular, Emancipatória e Transformadora, que se fundamentam na revisão crítica dos elementos que promovem a dominação humana e os mecanismos de acumulação do Capital, buscando enfrentar politicamente as desigualdades e injustiças socioambientais. Essas abordagens, com variações, surgem como oposição às tendências conservadoras, objetivando contextualizar e politizar o debate ambiental e problematizar as contradições dos modelos de desenvolvimento e de sociedade (Layrargues e Lima, 2014).

Loureiro (2006) distingue dois grandes blocos na Educação Ambiental. As abordagens conservadoras ou comportamentalistas, segundo o autor, apresentam características como a compreensão naturalista e conservacionista da crise ambiental, uma educação voltada para a dimensão individual baseada em vivências práticas, a despolitização das práticas educativas ambientais e a baixa problematização da realidade. Essas abordagens focam na redução do consumo de bens naturais sem considerar o modo de produção que os define, diluindo a dimensão social na natural e responsabilizando a degradação ambiental em um homem genérico, descontextualizado social e politicamente (Loureiro, 2006).

Por outro lado, as abordagens críticas ou emancipatórias da Educação Ambiental buscam promover a autonomia e as liberdades humanas na sociedade, redefinindo as relações com nossa espécie, com as demais espécies e com o planeta. Essas abordagens polarizam e publicitam a problemática ambiental em sua complexidade, valorizam a participação social e a cidadania como práticas indissociáveis da educação ambiental, estimulam o debate entre ciências e cultura popular, e buscam a ruptura e transformação dos valores e práticas sociais que são contrários ao bem-estar público, equidade e solidariedade (Loureiro, 2006).

Layrargues (2006) propõe que a Educação Ambiental Crítica integra as dimensões social e ambiental, enfatizando que as escolhas individuais são moldadas pela história e normas sociais. Um objetivo central dessa perspectiva é promover a desalienação ideológica das condições sociais, conscientizando as pessoas sobre o ambiente em que vivem e os fatores que contribuem para os problemas ambientais,

destacando a possibilidade de transformação dessas circunstâncias.

Loureiro (2000) ressalta que a Educação Ambiental Crítica não se limita à identificação dos problemas ambientais, mas sublinha que tais problemas são resultado da intervenção humana. Compreender a gravidade e as possíveis consequências dos problemas ambientais é insuficiente para desenvolver uma perspectiva crítica que promova mudanças socioambientais efetivas. O grande desafio é evidenciar as interconexões entre o cultural, o social, o político e o natural, demonstrando que os problemas ambientais são também problemas sociais, já que nossa cultura e política desempenham papéis fundamentais em sua origem.

Guimarães (2006) afirma que a Educação Ambiental Crítica vai além do estudo da ecologia e da identificação dos problemas ambientais, promovendo uma discussão política que destaca a necessidade de mudanças sociais, políticas e culturais para enfrentar a crise ambiental. Apenas sensibilizar os indivíduos sobre os problemas ambientais não gera mudanças significativas; é fundamental transformar as estruturas políticas, sociais e culturais, além dos hábitos individuais.

As propostas críticas de Educação Ambiental são aquelas que questionam a temática e criticam as perspectivas hegemônicas baseadas na visão positivista do mundo. Essa perspectiva crítica compreende a visão mecanicista do mundo e o modelo econômico predatório como responsáveis pela problemática socioambiental global. A Educação Ambiental crítica e transformadora é fundamentada na pedagogia crítica e no materialismo histórico e dialético.

O ponto de partida para entender a Educação Ambiental como crítica é a preocupação com os aspectos socioambientais das relações humanas. Isso significa que a abordagem crítica se concentra nas relações que os indivíduos estabelecem entre si e com o ambiente, compreendendo-os de forma crítica e transformadora. A teoria crítica de interpretação da realidade é o fundamento dessa abordagem na educação ambiental, cuja principal finalidade, segundo Loureiro (2006), é construir conhecimentos que sirvam para a emancipação e transformação da sociedade.

A perspectiva crítica da educação, à luz do materialismo histórico, oferece uma interpretação da realidade que confere à Educação Ambiental um sentido verdadeiramente transformador. Essa pedagogia baseia-se na compreensão de que as relações sociais de dominação e exploração capitalistas são internalizadas como ideologia dominante, influenciando a percepção do cotidiano e manifestando-se nos problemas sociais e ambientais. A educação, portanto, deve explicitar a ligação entre a "produção da vida real" (como

trabalho alienado, autoritarismo e falsa consciência ambiental) e a "vida comum" (aparência).

Loureiro et al. (2009) discutem duas contribuições significativas da Educação Ambiental crítica e emancipadora. A primeira contribuição é a reinserção do ser humano no ambiente, onde o trabalho transforma tanto a natureza quanto o indivíduo em uma relação dialética, superando a alienação que perpetua as externalidades negativas do modo capitalista de produção e consumo. A segunda contribuição é o exercício da cidadania, que visa reordenar as relações entre o público e o privado, incentivando a politização dos indivíduos e a construção de uma identidade coletiva, contrária ao interesse de priorizar objetivos individuais imediatos. Para a implementação de práticas educativas em Educação Ambiental que visam a formação integral, é essencial ter clareza conceitual e fundamentação em teorias e práticas pedagógicas. Além disso, é crucial uma preocupação com a organização curricular, destacando-se a integração por meio da interdisciplinaridade. Loureiro (2019) ressalta que a interdisciplinaridade deve ser vista como um processo dialético que considera as contradições dos fenômenos sociais e naturais e que deve levar em conta a totalidade, onde diferentes aspectos se relacionam de maneira interdependente. Assim, a questão ambiental é resultado das relações estabelecidas pelos seres humanos entre si e com a natureza, não podendo ser dissociada das questões sociais, políticas e econômicas. Portanto, é necessário problematizar o conceito de sustentabilidade, que é amplamente difundido e tratado como consenso na discussão sobre a problemática socioambiental.

As discussões sobre sustentabilidade em conexão com questões relacionadas às relações CTS são altamente relevantes e oportunas neste contexto. Vasconcelos e Freitas (2012) apontam que o momento socioambiental atual é marcado por tensões devido aos limites do planeta. Eles observam que a tecnologia não foi desenvolvida com uma ética que guie seu sentido e limites de aplicação no contexto social. Além disso, ressaltam que a educação científica esteve cega às consequências que o uso do conhecimento científico poderia ter para a sociedade, um fenômeno alimentado pelo obscurantismo técnico do cartesianismo.

Roberts (1991) discute as ênfases curriculares de "Ciência no contexto social" e "CTS" como abordagens que exploram as interrelações entre explicação científica, planejamento tecnológico, solução de problemas e tomada de decisão sobre questões práticas de importância social. Tais currículos são concebidos com base em: (i) ciência como uma atividade humana que busca controlar o ambiente e a si mesma, estreitamente ligada à tecnologia e às questões sociais; (ii) sociedade que visa desenvolver uma visão operacional sofisticada,

tanto para o público em geral quanto para os cientistas, sobre como decisões são tomadas em problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (iii) aluno como um indivíduo preparado para tomar decisões informadas e entender tanto a base científica da tecnologia quanto a base prática das decisões; e (iv) professor como alguém que promove o conhecimento e o compromisso com as complexas inter-relações entre ciência, tecnologia e decisões (Roberts, 1991).

Bybee (1987) caracteriza a orientação curricular de CTS como um esforço para desenvolver currículos que incluam: (i) apresentação de conhecimentos e habilidades científicas e tecnológicas em contextos pessoais e sociais; (ii) integração de conhecimentos e habilidades tecnológicas; (iii) expansão dos processos de investigação para incluir tomada de decisão; e (iv) implementação de projetos de CTS no sistema escolar (Bybee, 1987).

Hofstein et al. (1988) definem CTS como o ensino de conteúdos científicos no contexto autêntico de seu meio tecnológico e social, onde os alunos integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências cotidianas. Assim, a proposta curricular de CTS implica uma integração entre educação científica, tecnológica e social, explorando conteúdos científicos e tecnológicos junto com discussões sobre seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (Hofstein et al., 1988).

López; Cerezo (1996) também destacam que CTS envolve uma abordagem integradora da educação científica, tecnológica e social, enfatizando a contextualização dos conteúdos científicos e tecnológicos nos contextos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos em que estão inseridos (López; Cerezo, 1996).

A abordagem CTS na educação em Ciências e Química é vista como um meio eficaz de transcender um ensino puramente conteudista. A abordagem permite a identificação e compreensão de aspectos fundamentais da ciência e tecnologia, facilitando a formação de alunos críticos e responsáveis em relação ao meio ambiente (Santos e Mortimer, 2002; Marques et al., 2007). Segundo Pinto et al. (2009), um dos objetivos importantes na formação do químico é "inocular nos estudantes e profissionais o comportamento verde", visando o enfrentamento de problemáticas socioambientais.

Zandonai et al. (2014) enfatizam a importância da elaboração de "propostas didáticas verdes" que problematizem a Química Verde (QV) no âmbito da Química e busquem sua inserção no ensino. Assim, o ensino sob a perspectiva CTS, utilizando situações cotidianas, especialmente de natureza sociocientífica e ambiental, tem sido defendido e documentado na literatura, inclusive para o ensino da QV. Marques e Machado (2018) argumentam que as dimensões sociais, econômicas e ambientais da QV apontam

para uma educação científica situada nos estudos CTS. Sandri e Santin Filho (2017) também ressaltam que o ensino da QV, dentro de uma perspectiva CTS, ajuda a "extrapolar os limites restritos do conteúdo e explorar suas implicações em contextos mais amplos".

Existem poucos estudos que investigam as interseções entre a Educação Ambiental e a Educação CTS, assim como as implicações dessa integração com outras perspectivas educacionais e suas contribuições para os processos de ensino e aprendizagem em ciências (Luz, 2019). Historicamente, esses campos do conhecimento se desenvolveram de forma separada no Brasil. No entanto, Loureiro e Lima (2009) sugerem que essa integração pode fortalecer o letramento científico, a participação social e o engajamento crítico nas discussões e decisões ambientais contemporâneas. Farias e Freitas (2007) destacam a importância da articulação entre a Educação Ambiental e a Educação CTS para a construção de práticas críticas e emancipatórias. Essa articulação possibilita uma nova abordagem para as relações entre sociedade e ambiente, fomentando o desenvolvimento de conhecimentos solidários e culturalmente sensíveis, que emergem em meio a confrontos e discordâncias com as abordagens dominantes.

No contexto brasileiro, a Educação CTS e a Educação Ambiental têm se inspirado cada vez mais nos princípios educacionais de Paulo Freire, visando promover um ensino de ciências humanizador que transcenda a simples compreensão da realidade. Essas abordagens buscam questionar ideologias, revelar contradições e promover a transformação social.

Diversos autores argumentam que a integração da Educação CTS (Santos, 2008; Auler, 2018; Rosa, 2019) e da Educação Ambiental (Tozoni-Reis, 2006; Torres & Maestrelli, 2012, 2014) com os princípios freireanos pode trazer benefícios significativos para o ensino de ciências, possibilitando a defesa e promoção da transformação social. Esse enfoque é particularmente relevante, uma vez que ao longo do tempo têm surgido diferentes interpretações sobre a prática educativa, muitas delas limitadas por se basearem em concepções e práticas conservadoras da dinâmica social. Luz (2019) identificou que existem áreas de interseção entre a Educação Ambiental e a Educação CTS no contexto da Educação em Ciências, apontando um conjunto de elementos centrais e pontos de convergência que servem como base para a integração desses campos. Esses núcleos incluem: a) histórico; b) axiológico; c) teleológico; d) curricular; e) didático; f) político; g) pedagógico; e h) epistemológico.

Ao discutir Educação Ambiental e Educação CTS, estamos essencialmente tratando de educação, mas com ênfase nas questões ambientais ou científico-tecnológicas que não eram especificamente

abordadas pela educação convencional predominante na década de 1960. Foi nesse contexto que surgiu no Brasil o Pensamento Freireano de Educação, proporcionando uma base político-pedagógica progressista que fundamenta tanto a Educação CTS quanto a Educação Ambiental em suas vertentes críticas. Essa abordagem contribui para preencher uma lacuna pedagógica que historicamente tem sido percebida nesses campos (Luz, 2019).

Com base neste referencial, busca-se, também, apresentar a sistematização dos artigos encontrados, com base nos critérios metodológicos definidos. Apresentam-se, por meio da Tabela 1, quatro pesquisas com o foco proposto de investigar a integração da abordagem CTS na Educação Ambiental, visando promover uma compreensão crítica e transformadora das questões socioambientais.

**Tabela 1.** Sistematização dos artigos encontrados.

Título	Autores	Ano de Publicação	Referencial
Sustentabilidade e CTS: o necessário diálogo na/para a Educação em Ciência em tempos de crise ambiental	Nadia Magalhães da Silva Freitas; Carlos Alberto Marques	2019	Sustentabilidade e CTS na Educação em Ciência
Abordagens sobre sustentabilidade no ensino CTS: educando para a consideração do amanhã	Nadia Magalhães da Silva Freitas; Carlos Alberto Marques	2017	Sustentabilidade e CTS
Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras	Poliane Santos de Sousa; Simoni Tormöhlen Gehlen	2017	Ensino de Ciências e CTS
Analizando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química	Ruth do Nascimento Firme; Edenia Maria Ribeiro do Amaral	2011	Ensino de Química e CTS

Freitas; Marques (2019) destacam que as preocupações ambientais contemporâneas têm assumido um papel central nas discussões sobre (in)sustentabilidade, sublinhando a necessidade urgente de considerar os impactos irreversíveis da

exploração da natureza, especialmente sob a influência do capitalismo. Eles enfatizam que a integração da Ciência e Tecnologia (C&T) no processo econômico demanda uma abordagem crítica na educação em Ciências, com destaque para a perspectiva CTS. Os autores argumentam contra uma análise unidimensional dos processos geradores de insustentabilidade, alertando para os riscos de uma concepção reducionista que negligencia a dimensão social do desenvolvimento sustentável. Eles defendem que a educação CTS deve englobar múltiplos aspectos - social, econômico, ambiental, ético, entre outros - para problematizar de forma eficaz as relações entre CTS e a crise ambiental, particularmente no contexto educacional. Freitas; Marques (2019) ressaltam a importância de questionar a supervalorização das soluções tecnológicas aos problemas ambientais, argumentando que as demandas sociais por mais ciência e tecnologia muitas vezes ignoram os passivos socioambientais gerados. Eles criticam o foco excessivo no comportamento individual em detrimento da análise crítica das estruturas econômicas e sociais que contribuem para a degradação ambiental. Finalmente, os autores destacam a necessidade premente de uma abordagem multidimensional das relações CTS no ensino, enfatizando a complexidade da sustentabilidade em seus diversos aspectos. Eles concluem que a Educação em Ciências e Tecnologia pode desempenhar um papel crucial ao integrar as dimensões de sustentabilidade na reflexão sobre as relações CTS, proporcionando uma base sólida para enfrentar os desafios da crise ambiental contemporânea.

Freitas; Marques (2017) destacam a urgência de enfrentar a crise ambiental, salientando que as previsões para o futuro da humanidade são cada vez mais incertas, considerando os princípios termodinâmicos. Eles enfatizam que diversas crises interligadas configuram o cenário atual, alertando que a humanidade não pode simplesmente deter o processo entrópico, mas sim agir para minimizar sua aceleração devido às atividades humanas. Os autores argumentam que a busca pela sustentabilidade ambiental envolve não apenas o uso racional dos recursos naturais, mas também melhorias na eficiência técnica das transformações materiais e no uso de energia. No entanto, eles advertem contra uma visão unidimensional da sustentabilidade, enfatizando que ignorar outras dimensões seria inadequado diante das profundas questões sociais e éticas associadas à crise ambiental. Freitas; Marques (2017) sublinham que pensar em sustentabilidade requer considerar não apenas a preservação ambiental, mas também questões como liberdade humana e a necessidade de evitar a destruição do próprio ser humano. Eles defendem que a educação desempenha um papel



crucial na promoção de uma compreensão aprofundada das complexas relações entre sociedade e natureza, fornecendo as bases necessárias para abordar criticamente os elementos que contribuem para a crise ambiental contemporânea.

Sousa; Gehlen (2017) realizaram um estudo abrangente sobre as Questões Sociocientíficas (QSC) com base nos trabalhos apresentados no ENPEC ao longo de várias edições. Eles identificaram um aumento significativo no interesse por QSCs, especialmente a partir de 2009, destacando a centralidade do envolvimento dos estudantes e a formação de professores como focos de pesquisa. A pesquisa evidenciou a incipiente de estudos que articulam QSCs com o desenvolvimento da argumentação dos alunos, mas notaram uma tendência entre os pesquisadores brasileiros de integrar QSCs com a abordagem CTS, enfatizando a formação científica e tecnológica desejada. Os autores identificaram que QSCs são caracterizadas pela integração de aspectos científicos e sociais, envolvendo diferentes áreas do conhecimento, questões morais e éticas, e processos de tomada de decisão. As atividades centradas em QSCs são selecionadas com base em temas contemporâneos, relação com o conteúdo, realidade dos estudantes e entendimento dos professores. Diferentes estratégias são empregadas para discutir essas questões, como discussões de texto, debates, júris simulados, *Role Playing Game* e discussões de produção audiovisual, todas visando capacitar os alunos para a tomada de decisões. A pesquisa também destacou a relevância dos estudos sobre controvérsias científicas, apontando contribuições e limitações dessas abordagens em sala de aula. Concluíram que há necessidade de maior sistematização das características das QSCs, suas relações com outros referenciais e seu papel no processo educativo. Também ressaltaram a importância de sintonizar a abordagem de QSCs com o contexto sociocultural brasileiro, buscando maior impacto nas práticas escolares e alinhamento com as especificidades do Ensino de Ciências no Brasil.

Por fim, Firme; Amaral (2011) realizaram um estudo focado na implementação de uma abordagem CTS por dois professores de química em suas salas de aula. Os resultados destacaram que, enquanto os professores demonstraram mais facilidade em expressar ideias sobre conceitos científicos, encontraram desafios maiores ao lidar com questões relacionadas à tecnologia e aspectos sociais. O planejamento desempenhou um papel crucial na condução das atividades de intervenção e nas ações dos professores durante as aulas. Apesar de seguir um planejamento comum, observou-se que cada professor trouxe suas próprias características e abordagens para as situações de ensino, resultando em diferenças significativas na condução das

atividades e discussões em sala de aula. A perspectiva de ensino adotada foi influenciada por um processo de formação que começou fora da sala de aula e continuou através da experiência prática em sala. Os autores destacaram que os esforços dos professores para implementar a abordagem CTS refletiram suas concepções pessoais sobre o tema. Identificaram também obstáculos que sugerem possíveis caminhos para melhorar a eficácia dessa abordagem no ensino de ciências, como integrar questões CTS na formação inicial de professores, promover uma postura reflexiva sobre a prática docente, oferecer formação continuada em conhecimentos científicos e tecnológicos relevantes, incentivar a criação de material didático pelos professores, e realizar um planejamento detalhado para as intervenções didáticas. Os resultados enfatizaram que o interesse e o comprometimento dos professores são fundamentais para superar os desafios encontrados nos processos de inovação educacional, evidenciando a importância de apoio institucional e formação adequada para o sucesso da abordagem CTS no contexto escolar.

Em suma, os estudos revisados proporcionam uma visão abrangente e detalhada sobre diferentes aspectos da integração das Questões Sociocientíficas (QSC) e da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no contexto educacional. A partir das análises de Freitas; Marques (2019), Sousa; Gehlen (2017) e Firme; Amaral (2011), fica claro que há um movimento crescente em direção à compreensão da complexidade das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. As preocupações ambientais, especialmente, emergem como um ponto crucial, destacando a necessidade urgente de ações educativas que promovam uma visão crítica e integrada desses temas. Enquanto Freitas; Marques (2019) enfatizam a importância de uma abordagem multidimensional para enfrentar a crise ambiental contemporânea, Sousa; Gehlen (2017) identificam a necessidade de maior sistematização e integração das QSC no currículo educacional brasileiro. Por outro lado, Firme; Amaral (2011) destacam os desafios enfrentados pelos professores na implementação da abordagem CTS, ressaltando a importância de formação contínua e apoio institucional para alcançar uma eficácia educacional plena. Em conjunto, esses estudos sublinham a relevância de estratégias educacionais que não apenas promovam o conhecimento científico, mas também capacitem os estudantes para enfrentar dilemas sociais, éticos e ambientais de maneira reflexiva e crítica, preparando-os para um futuro sustentável e responsável.

## Considerações finais



No cenário contemporâneo, a interseção entre Educação Ambiental Crítica (EAC) e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) emerge como um caminho promissor para promover a sustentabilidade no ensino de Química. Ao longo deste artigo, exploramos como essas duas perspectivas convergem e se complementam, oferecendo uma base sólida para abordar os desafios ambientais globais de maneira holística e integrada. A EAC, ao enfatizar a análise crítica das interações entre sociedade e ambiente, proporciona um arcabouço teórico essencial para compreender as raízes das crises ambientais contemporâneas e suas conexões com práticas tecnológicas e científicas. Por outro lado, a abordagem CTS amplia essa reflexão ao incorporar a análise dos impactos sociais, éticos e econômicos das decisões científicas e tecnológicas. A integração dessas abordagens no ensino de Química não apenas capacita os estudantes a compreenderem a complexidade dos problemas ambientais, mas também os motiva a buscar soluções sustentáveis e socialmente justas. Além disso, destacamos a importância de uma formação docente que fomente práticas pedagógicas inovadoras, capazes de engajar os estudantes em debates críticos e construtivos sobre questões ambientais. Através da EAC e da perspectiva CTS, é possível inspirar uma nova geração de cidadãos e profissionais comprometidos com a construção de um futuro mais justo, equitativo e ambientalmente responsável.

## Referências

AULER, D. (2018). **Cuidado! Um cavalo viciado tende a voltar para o mesmo lugar.** Curitiba, PR: Appris.

BRASIL. **Resolução n° 2, de 15 de junho de 2012.** Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Disponível em: <http://conferenciainfanto.mec.gov.br/images/conteudo/ivcnijma/diretrizes.pdf>. Acesso em 15 jun. 2024.

BYBEE, R. W. (1987). Science education and the science-technology-society (STS) theme. **Science Education**, v. 71, n. 5, p.667-683.

FARIAS, C. R. O.; FREITAS, D. (2007). Educação ambiental e relações CTS: Uma perspectiva integradora. **Revista Ciência & Ensino**, (v. esp.1).

FIRME, R. DO N.; AMARAL, E. M. R. DO. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 17, n. 2, p. 383–399, 2011.

FREITAS, N. M. DA S.; MARQUES, C. A. Abordagens sobre sustentabilidade no ensino CTS: educando para a consideração do amanhã. **Educar em Revista**, n. 65, p. 219–235, jul. 2017.

FREITAS, N. M. DA S.; MARQUES, C. A. Sustentabilidade e CTS: o necessário dialogo na/para a Educação em Ciência em tempos de crise ambiental. **Educar em Revista**, v. 35, n. 77, p. 265–282, set. 2019.

GUIMARÃES, Mauro. Armadilha pragmática na educação ambiental. In: LOUREIRO, Carlos (Org.), LAYRARGUES, Philippe (Org.) e CASTRO, Ronaldo (Org.). **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2006.

HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUARTS, K. (1988). Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p.357-366.

LAYRARGUES. Muito além da natureza: educação ambiental e reprodução social. In: LOUREIRO, Carlos (Org.), LAYRARGUES, Philippe (Org.) e CASTRO, Ronaldo (Org.). **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2006.

LAYRARGUES, Philippe P.; LIMA, Gustavo F. da C. As macrotendências político-pedagógicas de educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v.17, n.1, p.23-40, jan.-mar.2014.

LÓPEZ, J. L. L., CEREZO, J. A. L. (1996). Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCÍA, M. I. G., CEREZO, J. A. L., LÓPEZ, J. L. L. **Ciencia, tecnología y sociedad**: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos S. A.

LOUREIRO, Carlos. Teoria social e questão ambiental: Pressupostos para uma práxis crítica em educação ambiental. In: LOUREIRO, Carlos (Org.), LAYRARGUES, Philippe (Org.) e CASTRO, Ronaldo (Org.). **Sociedade e meio ambiente**: A educação ambiental em debate. São Paulo: Cortez, 2000.

LOUREIRO, Carlos F. B. Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 27, n. 94, p. 131-152, 2006.

LOUREIRO, Carlos F. B. Questões ontológicas e metodológicas da educação ambiental crítica no capitalismo contemporâneo. **REMEA Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 36, n. 1, p. 79-95, 2019.

LOUREIRO, C. F. B.; LIMA, J. G. S. (2009). Educação ambiental e educação científica na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): pilares para uma educação crítica. **Acta Scientiae**, 11(1), 88-100.

LUZ, R.; ALMEIDA, E. S.; NASCIMENTO, E. S.; PRUDÊNCIO, C. A. V. (2019). Professores de

Química em Formação Inicial: o que Pensam e Dizem sobre as Relações entre Meio Ambiente, Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 19, 537-563.  
<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u537563>.

MARQUES, C. A.; MACHADO, A. A. S. C. Una visión sobre propuestas de enseñanza de la Química Verde. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 17, n. 1, p. 19–43, 2018.

MARQUES, C. A.; COELHO, J.C.; Gonçalves, F. P.; LINDEMANN, R. H.; MELLO, L. C.; OLIVEIRA, P.R.Silva; ZANPIRON, E. A. Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. **Química Nova**, v. 30, p. 2043-2052, 2007.

PINTO, A.C.; ZUCCO, C.; ANDRADE, J.B.; VIEIRA, P.C. Recursos humanos para novos cenários. **Química Nova**, v.32, n.3, p.567-570, 2009. DOI: 10.1590/S0100-40422009000300002.

ROBERTS, D. A (1991). What counts as science education? In: FENSHAM, P., J. (Ed.) **Development and dilemmas in science education**. Barcombe: The Falmer Press, p.27-55.

ROSA, S. E. (2019). **Educação CTS**: contribuições para a constituição de culturas de participação. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

SANDRI, M.C.M.; SANTIN FILHO, O. Implicações da inserção da química verde na formação inicial de professores de química. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v.11, n.1, p.111-124, 2016.

SANTOS, W. L. P. (2008). Educação científica humanística em uma perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, 1(1),109-131.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v.2, n.2, 2002.

SOUZA, P. S. DE.; GEHLEN, S. T. Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 19, p. e2569, 2017.

TORRES, J. R.; MAESTRELLI, S. R. P. Apropriações da concepção educacional de Paulo Freire na Educação Ambiental: um olhar crítico. **Revista Contemporânea de Educação**, 07(14), 309-334, 2012.  
<https://doi.org/10.20500/rce.v7i14.1674>.

309-334, 2012.

<https://doi.org/10.20500/rce.v7i14.1674>.

TORRES, J. R.; MAESTRELLI, S. R. P. Abordagem temática freireana: uma concepção curricular para a efetivação de atributos da educação ambiental escolar. **Revista e-Curriculum**, 12(2), 1391-1417, 2014.

TOZONI-REIS, Marília F. de C. Temas Ambientais como 'temas geradores': contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar em Revista**, (27), 93-110, 2006.  
<https://doi.org/10.1590/S0104-40602006000100007>.

VASCONCELOS, E. R.; FREITAS, N. M. S. O paradigma da sustentabilidade e a abordagem CTS: mediações para o ensino de ciências. Amazônia. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 89-108, 2012.

ZANDONAI, D.P.; SAQUETO, K.C.; ABREU, S.C.S.R.; LOPES, A.P.; ZUIN, V.G. Química Verde e formação de profissionais do campo da química: relato de uma experiência didática para além do laboratório de ensino. **Revista Virtual de Química**, v.6, n.1, p.73-84, 2014. DOI: 10.5935/1984-6835.20140007.