

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

Desenvolvimento do Pensamento Crítico no Ensino de Química por meio de Sequências Didáticas Interativas

Development of Critical Thinking in Chemistry Teaching Through Interactive Didactic Sequences

Desarrollo del pensamiento crítico en la enseñanza de la Química a través de secuencias didácticas interactivas

Antônio Costa Neto (antonio.costa@ifce.edu.br)
Instituto Federal do Ceará, Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-5347-9068>

Ademir de Souza Pereira (ademirpereira@ufgd.edu.br)
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-3635-7349>

Resumo

Este artigo destaca a importância da abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no ensino de Química, demonstrando como ela promove a integração entre conhecimentos científicos e questões sociais, ambientais e éticas. A pesquisa possui uma abordagem qualitativa, desenvolvida com estudantes de um curso de licenciatura em química, que participaram de um Ciclo Formativo que envolveu a elaboração de Sequências Didáticas Interativas (SDI), que desenvolveram práticas pedagógicas pautadas no desenvolvimento do pensamento crítico, a argumentação e a problematização de temas contemporâneos relevantes. A pesquisa aponta que tais propostas pedagógicas contribuem para uma formação mais crítica e participativa dos estudantes da educação básica, favorecendo a compreensão dos impactos da ciência na sociedade e no meio ambiente, além de estimular a reflexão ética e social.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Pensamento Crítico; CTSA; Sequências Didáticas Interativas.

Abstract

This article highlights the importance of the STSE (Science, Technology, Society, and Environment) approach in Chemistry teaching, demonstrating how it promotes the integration of scientific knowledge with social, environmental, and ethical issues. The research adopts a qualitative approach and was developed with students from an undergraduate Chemistry teacher education program, who participated in a Formative Cycle involving the development of Interactive Teaching Sequences (ITS). These participants designed pedagogical practices grounded in the development of critical thinking, argumentation, and the problematization of relevant contemporary themes. The findings indicate that such pedagogical proposals contribute to a more critical and participatory education for basic education students, fostering an understanding of the

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

impacts of science on society and the environment, as well as encouraging ethical and social reflection.

Keywords: Science Education; Critical Thinking; CTSA; Interactive Didactic Sequences.

Resumen

Este artículo destaca la importancia del enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) en la enseñanza de la Química, demostrando cómo promueve la integración entre los conocimientos científicos y las cuestiones sociales, ambientales y éticas. La investigación adopta un enfoque cualitativo y se desarrolló con estudiantes de un programa de formación docente en Química, quienes participaron en un Ciclo Formativo que involucró la elaboración de Secuencias Didácticas Interactivas (SDI), mediante las cuales se desarrollaron prácticas pedagógicas orientadas al fomento del pensamiento crítico, la argumentación y la problematización de temas contemporáneos relevantes. Los resultados indican que estas propuestas pedagógicas contribuyen a una formación más crítica y participativa de los estudiantes de la educación básica, favoreciendo la comprensión de los impactos de la ciencia en la sociedad y en el medio ambiente, además de estimular la reflexión ética y social.

Palabras-clave: Enseñanza de Ciencias; Pensamiento Crítico; CTSA; Secuencias Didácticas Interactivas.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o ensino de Ciências tem sido desafiado a repensar suas finalidades diante das transformações sociais, tecnológicas e ambientais que atravessam a contemporaneidade. A crise ambiental global, a complexificação das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, e a urgência por uma formação crítica dos sujeitos evidenciam a necessidade de rever as práticas pedagógicas, superando modelos tradicionais baseados na transmissão acrítica de conteúdos. Nesse cenário, cresce o interesse por propostas que tomam o conhecimento científico como instrumento para a compreensão e a intervenção sobre a realidade, integrando aspectos conceituais, éticos, políticos e socioculturais. A abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) emerge, nesse contexto, como uma possibilidade teórico-metodológica capaz de articular o ensino de Ciências às problemáticas concretas que afetam a vida cotidiana dos estudantes, promovendo a formação de sujeitos críticos, reflexivos e participativos.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

A perspectiva CTSA propõe a superação da fragmentação curricular ao integrar os saberes científicos às dimensões sociais e ambientais, possibilitando aos estudantes desenvolver uma leitura mais ampla e contextualizada dos fenômenos que os cercam. Em sintonia com esse referencial, diversos autores têm defendido a centralidade do pensamento crítico como objetivo formativo essencial, entendendo-o não como uma habilidade neutra ou técnica, mas como prática social e política. Conforme Freire (2007), pensar criticamente é reconhecer-se como sujeito histórico, capaz de interpretar o mundo, questionar verdades estabelecidas e participar ativamente dos processos de transformação social. No campo da educação em Ciências, essa perspectiva ganha força ao se articular à necessidade de que os estudantes compreendam não apenas os conceitos científicos, mas também suas implicações para a sociedade, o ambiente e as formas de organização da vida.

Dessa forma, o desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de Química exige que os professores elaborem propostas didáticas que favoreçam a curiosidade intelectual, a argumentação, a análise de situações concretas e a problematização de temas que envolvam relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Nessa direção, as Sequências Didáticas Interativas (SDI), estruturadas por meio de Ciclos Formativos, configuram-se como espaços privilegiados para a construção de práticas pedagógicas alinhadas à abordagem CTSA. Ao promover a articulação entre conteúdos disciplinares e problemáticas contemporâneas, as SDI possibilitam aos estudantes planejar, refletir e avaliar suas ações de forma mais intencional e comprometida com a formação cidadã dos estudantes.

Tendo isso como ponto de partida, o presente trabalho tem como foco a análise de SDI elaboradas por estudantes de um curso de licenciatura em química, no contexto de um processo formativo que teve como eixo estruturante o desenvolvimento do pensamento crítico a partir da abordagem CTSA. As propostas construídas durante essa formação tomaram como base temáticas socialmente relevantes, selecionadas pelos participantes, como os impactos da chuva ácida, o uso de plásticos, os efeitos dos fogos de artifício, o consumo de sal, a poluição por mercúrio e a exploração do petróleo. Tais temáticas foram articuladas aos conteúdos específicos de Química, como ligações

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

químicas, propriedades periódicas, distribuição eletrônica e potencial hidrogeniônico (pH), de forma a criar situações de ensino que integrassem os saberes escolares às questões que atravessam o cotidiano dos estudantes da educação básica.

A análise das SDI foi orientada por categorias teóricas construídas a partir da literatura especializada em educação científica crítica, com destaque para os estudos de Freire (2007), Auler e Delizoicov (2015), Silva (2019), Duarte *et al.* (2023), Oliveira *et al.* (2022), entre outros. Essas categorias permitiram observar de que maneira as propostas mobilizaram elementos fundamentais à formação crítica, como a curiosidade intelectual, a pluralidade de perspectivas, a argumentação e a contextualização dos conteúdos. Além disso, a análise buscou compreender como os participantes conceberam o papel do professor como mediador do conhecimento, responsável por criar espaços de problematização e de reflexão coletiva no ambiente escolar.

O objetivo de investigação foi analisar as trajetórias e estratégias adotadas pelos estudantes na elaboração e implementação de SDI com abordagem CTSA, para promover o pensamento crítico no ensino de Química.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Ensino de Ciências, enquanto espaço formativo e de pesquisa, têm utilizado a SDI no processo de formação inicial de professores, em especial no ensino de Química. Da mesma forma, o desenvolvimento do pensamento crítico tem ganhado destaque como um dos principais objetivos formativos no contexto do Ensino de Ciências, sobretudo diante dos desafios impostos pela sociedade contemporânea, marcada por avanços tecnocientíficos acelerados e pela circulação massiva de informações. Autores como Freire (2007), Oliveira *et al.* (2022), Bordoni *et al.* (2022), destacam essa competência como essencial para que os estudantes possam compreender, avaliar e intervir de maneira ética e responsável em situações que envolvem questões CTSA. Nesse cenário, o ensino de Ciências assume um papel estratégico na promoção da cidadania crítica, ao criar espaços pedagógicos em que os alunos possam aprender conteúdos científicos e problematizá-los em relação às suas implicações sociais, ambientais e políticas. Desse modo, a utilização de SDI articulada com os contextos CTSA favorecem tanto a formação

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

dos licenciandos em Química como sua futura atuação escolar, com atividades atreladas ao desenvolvimento do pensamento crítico para a tomada de decisão.

O pensamento crítico no contexto do Ensino de Ciências é, amplamente, reconhecido (Freire, 2007; Oliveira *et al.*, 2022; Bordoni *et al.*, 2022; Duarte *et al.*, 2023; Gonçalves *et al.*, 2024; Gomes *et al.*, 2025) como uma competência essencial para a formação de sujeitos capazes de compreender, avaliar e intervir de maneira consciente e responsável em situações que envolvem Ciência e Tecnologia (C&T).

Segundo Oliveira *et al.* (2022) o pensamento crítico é compreendido como a capacidade de questionar, analisar e refletir sobre conhecimentos, especialmente aqueles vinculados à ciência e à tecnologia, com vistas a uma atuação consciente e autônoma na sociedade. Essa perspectiva remete à ideia de que ser crítico envolve uma postura ativa diante dos conhecimentos e suas implicações, e se constrói por meio de práticas pedagógicas que incentivem a curiosidade, o debate, a problematização e a reflexão fundamentada (Freire, 2007; Bordoni *et al.*, 2022). Atividades como estudos de caso, júri simulado e análise de situações socioambientais, são exemplos concretos de estratégias didáticas, que promovem esse tipo de desenvolvimento (Lira, 2017; Oliveira *et al.*, 2022).

Na mesma linha, Freire (2007) destaca o pensamento crítico como uma atitude que exige análise criteriosa das situações, indo além das aparências e promovendo uma compreensão mais aprofundada e contextualizada da realidade. Desenvolver o pensamento crítico é essencial para a formação dos licenciandos em Química enquanto sujeitos capazes de questionar as verdades estabelecidas e reconstruir o conhecimento a partir de uma perspectiva mais ampla, ética e transformadora. Essa concepção é retomada por Duarte *et al.* (2023), que complementam apontando que essa habilidade envolve o uso do pensamento reflexivo com foco na resolução de problemas, na análise de diferentes opiniões e na avaliação da credibilidade das informações. Na perspectiva freireana, o desenvolvimento do pensamento crítico entre os estudantes demanda que estes sejam reconhecidos como sujeitos pensantes, capazes de refletir sobre o mundo que os cerca (Freire, 1996). Isso é fundamental para a construção do pensamento crítico no processo de formação dos futuros professores(as) de Química.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

Bordoni *et al.* (2020) e Lira (2017) ampliam essa definição ao destacar o pensamento crítico como um conjunto de habilidades que incluem julgamento, reflexão, tomada de decisões e ações fundamentadas. Para os autores, trata-se de uma postura investigativa e ativa diante do conhecimento, essencial à cidadania crítica. O exemplo trazido pelos autores — o uso de experimentos investigativos para fomentar discussões críticas sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade — reforça a ideia de que o pensamento crítico se manifesta quando o estudante é chamado a compreender as implicações das descobertas científicas e tecnológicas em sua vida cotidiana (Freire, 2007; Oliveira *et al.*, 2022; Bordoni *et al.*, 2022; Alves; Silveira, 2023; Duarte *et al.*, 2023; Gonçalves *et al.*, 2024; Gomes *et al.*, 2025).

Assim sendo, essa sintonia favorece para que os estudantes de Química possam repensar o planejamento e aplicação de atividades de química problematizadoras/investigativas por meio da utilização de SDI. Nesse sentido, isso pode envolver às questões CTSA para recolocar os estudantes da educação básica, por exemplo, como protagonistas críticos da construção e aplicação dos seus conhecimentos, mediado pelo fazer docente de química.

Em publicação posterior, Bordoni *et al.* (2022) aprofundam essa noção ao apontar que o pensamento crítico envolve a capacidade de superar a simples memorização de conceitos científicos, exigindo que o estudante reflita sobre os impactos sociais e ambientais das inovações tecnológicas. Contudo, que algumas compreensões ainda reduzem o pensamento crítico à aplicação de conceitos no cotidiano, sem considerar suas implicações sociais e éticas (Freire, 2007; Lira, 2017; Bordoni *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2022; Bordoni *et al.*, 2022).

Na perspectiva de Gomes *et al.* (2025), o pensamento crítico é uma capacidade central na abordagem CTSA, caracterizada por análise lógica, argumentação, reflexão ética e diálogo. O destaque dado à construção coletiva do conhecimento e à problematização de situações concretas aponta para uma compreensão mais interativa e dialógica do pensamento crítico, em consonância com os princípios freirianos (Freire, 2007). Nesse contexto, estudantes que exercitam a argumentação e que questionam cientificamente temas cotidianos demonstram o desenvolvimento de uma postura crítica

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

e reflexiva diante do conhecimento (Lira, 2017; Duarte *et al.*, 2023; Gomes *et al.*, 2025). Tal postura é reforçada também por Gonçalves *et al.* (2024) e Marani *et al.* (2019), que veem o pensamento crítico como a habilidade de analisar, de forma reflexiva, processos decisórios relacionados às questões Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), considerando seus impactos sociais e ambientais.

Visto assim, esse cenário pedagógico se torna mais enriquecedor para os futuros docentes quando associado com a utilização de SDI na formação de LQ, ao serem abordadas problemáticas da perspectiva CTSA. As atividades problematizadoras e investigativas ganham contornos didáticos mais pertinentes nessa caminhada, porque ao mesmo tempo em (re)constróem habilidade em Ciências, desenvolvem olhares críticos, colaborativos e participativos no enfrentamento das demandas globais.

Nesse contexto, a habilidade crítica se expressa tanto na identificação de informações relevantes quanto na problematização dos usos de C&T, o que pode ser explorado em temas como acidentes tecnológicos e suas consequências. Essa definição, portanto, reforça o entendimento de que o pensamento crítico no ensino de ciências não pode ser desvinculado das dimensões éticas e políticas da educação científica (Marani *et al.*, 2019).

Dessa forma, as diferentes concepções apresentadas convergem na compreensão do pensamento crítico como uma competência complexa, que ultrapassa o domínio técnico ou conceitual da ciência. Embora cada autor enfatize aspectos distintos — como análise lógica (Gomes *et al.*, 2025), tomada de decisão (Bordoni *et al.*, 2020), reflexão ética (Freire, 2007), avaliação de informações (Duarte *et al.*, 2023) e posicionamento cidadão (Gonçalves *et al.*, 2024) — todas essas abordagens compartilham a noção de que o pensamento crítico exige a articulação entre o conhecimento científico e suas implicações sociais, ambientais, tecnológicas e éticas. Além disso, as práticas pedagógicas voltadas à argumentação, ao diálogo e à resolução de problemas reais aparecem como caminhos recorrentes para desenvolver essa competência (Freire, 2007; Bordoni *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2022; Bordoni *et al.*, 2022; Alves; Silveira, 2023; Duarte *et al.*, 2023; Gonçalves *et al.*, 2024).

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

A relação entre pensamento crítico e ciência no contexto educacional tem sido, amplamente, discutida na literatura do Ensino de Ciências, como forma de superar práticas tradicionais baseadas na memorização e na transmissão de conteúdos (Marani *et al.* 2019; Duarte *et al.*, 2023; Gonçalves *et al.*, 2024; Gomes *et al.*, 2025). Segundo Oliveira *et al.* (2022), o pensamento crítico é um componente essencial da educação científica, pois proporciona aos estudantes a habilidade de compreender as relações entre CTS, promovendo uma atuação cidadã diante dos avanços tecnocientíficos.

Freire (2007) corrobora esse entendimento ao destacar que o pensamento crítico no ensino de ciências vai além da apropriação de conteúdos e promover uma percepção da ciência já que a ciência é compreendida como um processo dinâmico, historicamente situado, e não como um corpo fechado e absoluto de verdades. Bordoni *et al.* (2020) reforçam essa perspectiva ao defender que o pensamento crítico é indispensável para romper com a visão tradicional da ciência como simples acúmulo de verdades universais. Nesse sentido, os professores possuem a função social de ensinar ciência como forma de entender a atividade científica como investigação, criatividade e construção social, sujeita a falhas e socialmente influenciada (Marani *et al.*, 2019; Duarte *et al.*, 2023; Gonçalves *et al.*, 2024). Além disso, é importante ressaltar que a visão do pensamento crítico, abre caminho para que professores perceberam que as atividades experimentais com enfoque investigativo são apontadas como meios para desenvolver habilidades críticas nos estudantes.

Duarte *et al.* (2023) associam o pensamento crítico à participação democrática e ao fortalecimento da cidadania no ensino de ciências, especialmente, quando ancorado na abordagem CTS. Essa prática pedagógica permite que os jovens compreendam, por exemplo, os efeitos de inovações tecnológicas sobre o meio ambiente e a saúde pública, contribuindo para a formação de indivíduos socialmente engajados (Freire, 2007).

No mesmo sentido, Gomes *et al.* (2025) argumentam que o ensino de ciências sob a perspectiva CTSA favorece a alfabetização tecnocientífica ao considerar os aspectos sociais, políticos e culturais do conhecimento científico. Tal abordagem rompe com a visão tecnicista da ciência e propõe práticas educativas voltadas ao questionamento, à análise crítica e à participação em decisões coletivas. Conforme Marani *et al.* (2019) o

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

pensamento crítico, nesse contexto, emerge como uma habilidade que permite ao estudante compreender as múltiplas dimensões da ciência e intervir de forma ativa na sociedade. A compreensão da ciência como uma atividade humana situada, carregada de interesses e valores, é essencial para a formação de um sujeito crítico e responsável.

A escolha de temáticas, potencialmente, formativas para o desenvolvimento do pensamento crítico exige intencionalidade no planejamento pedagógico e sensibilidade para articular CTSA. Segundo Oliveira *et al.* (2022), o ensino orientado por essa abordagem deve priorizar temas de relevância social e ambiental, conectando os conteúdos escolares ao cotidiano dos estudantes. Temas como o desaparecimento das abelhas, a radioatividade e seus impactos, e as implicações tecnológicas contemporâneas são sugeridos para promover discussões éticas e argumentativas. Nesse sentido é importante selecionar temáticas reais e atuais que envolvam controvérsias científicas e tecnológicas, pois estas interessam aos estudantes (Freire, 2007; Marani *et al.*, 2019; Bordoni *et al.*, 2020).

O conteúdo curricular de química, pode ser contextualizado a partir da relação com problemas ambientais, uso de tecnologias ou dilemas sociais relacionados à ciência, de forma que os estudantes reconheçam a complexidade do mundo e se sintam motivados a analisá-lo criticamente. No entanto, Bordoni *et al.* (2022) aprofundam essa perspectiva ao advertirem sobre o risco de um planejamento pautado em uma “contextualização simplista”. Nesse sentido, entendemos que os temas abordem as dimensões sociais, políticas, econômicas e ambientais da ciência mobilizem os estudantes para desenvolverem pensamentos para futuras tomada de decisões.

Duarte *et al.* (2023) ampliam o escopo ao indicarem que o planejamento CTS deve contemplar temáticas relacionadas à energia, saúde, meio ambiente e sustentabilidade, enfocando suas consequências sociais, éticas e ambientais. Os autores sugerem que o uso de sequências didáticas permita aos estudantes refletirem sobre a ciência em contextos sociais. Gomes *et al.* (2025) reforçam que o planejamento comprometido com o pensamento crítico deve considerar temas do cotidiano relacionados à ciência e tecnologia, como poluição, saúde pública e impactos de novas tecnologias. Já Gonçalves *et al.* (2024) apontam que temáticas como sustentabilidade, saúde pública, uso de

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

substâncias psicoativas e impactos ambientais da tecnologia devem integrar o planejamento de aulas com enfoque CTS.

No contexto apresentado, apontamos que a promoção do pensamento crítico no Ensino de Ciências demanda planejamento pedagógico compromissado em incorporar propostas que problematizem a ciência em sua complexidade e contextualização social. Desta maneira, a utilização de SDI fortalece e oferece múltiplos caminhos pedagógicos com a inserção da perspectiva CTSA e do pensamento crítico, no processo formativo de futuros docentes de Ciência e Química, como forma de invenção crítica diante das demandas emergentes globais.

ABORDAGEM METODOLÓGICA

A presente pesquisa, de abordagem qualitativa, foi desenvolvida a partir da aplicação de uma Sequência Didática Interativa (SDI), estruturada em um Ciclo Formativo (Krug, 2006). A escolha metodológica visou promover a interação colaborativa entre os participantes, estimulando o diálogo, a reflexão e a análise de diferentes pontos de vista (Bordoni *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2022). Essa estrutura articulou-se à proposta de formação do pensamento crítico no Ensino de Ciências, ao favorecer a construção de argumentos sobre temas social, ética e ambientalmente relevantes, conectados aos conteúdos da Química. As etapas foram organizadas de modo a incentivar práticas investigativas e dialógicas, possibilitando a problematização de situações reais e a tomada de decisões (Freire, 2007; Oliveira *et al.*, 2022; Gomes *et al.*, 2025).

A pesquisa foi realizada com estudantes da licenciatura em Química de uma instituição pública federal de ensino superior do estado de Mato Grosso do Sul, que participaram de um Ciclo Formativo (CF). O planejamento do CF contemplou quatro etapas, as duas primeiras enfocaram a introdução à abordagem CTSA e a discussão de fundamentos teóricos por meio de debates, rodas de conversa e atividades experimentais. Na terceira etapa, os participantes elaboraram SDI com base em conteúdos de Química e, na quarta, apresentaram suas propostas, seguidas de discussões em grupo. Toda atividade foi desenvolvida no âmbito do estágio supervisionado e teve a duração de um semestre

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

letivo. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE 52061621.5.0000.5160).

Para a análise dos dados, adotaram-se duas estratégias: uma análise qualitativa descritiva, utilizada nas primeiras etapas, baseada em relatos de experiência e registros do diário de campo; e a Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2021), aplicada às SDI elaboradas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As proposições desenvolvidas indicam que os participantes buscaram, a partir das leituras realizadas ao longo da formação, construir estratégias didáticas nas SDI capazes de instigar nos estudantes da educação básica questionamentos sobre as implicações sociais, políticas, econômicas e éticas associadas à ciência e à tecnologia (Lira, 2017; Marani, 2019).

As atividades organizaram-se com o objetivo de ampliar a compreensão dos estudantes sobre as interações entre os campos científico e tecnológico e seus desdobramentos em contextos diversos, sendo a análise das SDI orientada por Freire (1996), Freire (2007), Fernandes *et al.* (2019), Marini *et al.* (2019) e Silva (2019), que compreendem a escola como espaço de diálogo e de construção compartilhada do pensamento crítico na perspectiva CTSA.

Pensar criticamente implica em reconhecer o estudante como sujeito histórico construtivo, capaz de refletir sobre sua realidade, o que exige práticas pedagógicas que mobilizem a curiosidade intelectual, a pluralidade de perspectivas, a interpretação contextualizada e a argumentação fundamentada, especialmente no ensino de Química (Freire, 2007; Duarte *et al.*, 2023).

Nas análises realizadas, às SDI mobilizaram práticas sociais e tecnológicas articuladas a conteúdos específicos da Química, favorecendo a problematização e a análise crítica (Auler; Bazzo, 2001; Auler; Delizoicov, 2015; Bordoni *et al.*, 2020; Gonçalves *et al.*, 2024).

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

A proposta de P2, por exemplo, vinculou modelos atômicos aos fogos de artifícios, discutindo impactos sonoros sobre pessoas e animais domésticos, estabelecendo relações entre conceitos científicos e práticas culturais, com ênfase nas consequências sociais e éticas (Lira, 2017; Marini et al., 2019; Duarte et al., 2023; Gonçalves *et al.*, 2024; Gomes *et al.*, 2025). Já P3 abordou a chuva ácida e a acidez do solo a partir da agricultura familiar, utilizando textos científicos como mediação para a argumentação, deslocando o ensino de um plano abstrato para o campo das práticas sociais (Monteiro; Teixeira, 2004).

Em contraste, a proposta de P4 centrou-se na Tabela Periódica com foco expositivo e em atividades de fixação, sem problematização social ou ambiental, evidenciando uma abordagem conteudista que limita a promoção de posturas críticas frente às implicações sociais da ciência (Bordoni *et al.*, 2022).

As propostas de P5, P6, P7 e P8 expressam aproximações com os pressupostos do pensamento crítico na perspectiva CTSA. P5 articulou propriedades periódicas e aperiódicas à problemática do descarte de mercúrio (Hg) por indústrias têxteis, promovendo a análise crítica de seus impactos ambientais e à saúde coletiva (Silva, 2019; Vieira; Garcia, 2019; Oliveira *et al.*, 2022). P6 partiu da questão “Do que são feitas as coisas? ”, para abordar ligações químicas, problematizando a produção de resíduos e os impactos dos plásticos nos ecossistemas, ao discutir consumo, descarte e políticas públicas (Marini *et al.*, 2019).

P7 integrou o tema de fogos de artifício ao conteúdo de distribuição eletrônica, mobilizando reflexões sobre poluição sonora, riscos de incêndios e sofrimento de animais domésticos, fortalecendo debates éticos e sociais no ensino de Ciências (Duarte *et al.*, 2023). Já P8 tratou do consumo de sal de cozinha articulado aos sais inorgânicos, a partir de textos jornalísticos, promovendo a análise das relações entre saúde pública, hábitos alimentares e a indústria de alimentos processados, favorecendo a formação crítica dos estudantes. Em conjunto, essas propostas de SDI desses participantes se alinham aos fundamentos da abordagem CTSA e do pensamento crítico (Freire, 2007; Silva, 2019; Vieira; Garcia, 2019; Duarte *et al.*, 2023; Gonçalves *et al.*, 2024).

Em contraste, a proposta de P4 evidencia a necessidade de maior integração entre conteúdo disciplinar e dimensões sociais do conhecimento, indicando que a efetivação da

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

abordagem CTSA exige domínio conceitual e sensibilidade para os contextos dos estudantes, a fim de planejar experiências que favoreçam a problematização.

Nesse sentido, o planejamento de SDI integradas contribui para ampliar a compreensão dos futuros professores sobre a função formativa do ensino de Química e sua responsabilidade social (Pereira, 2019; Pereira; Carvalho, 2020).

A proposta de SDI de P1, nesse contexto, evidencia condições didático-metodológicas para a constituição do pensamento crítico a partir da temática do petróleo, ao articular conceitos químicos a questionamentos sobre sustentabilidade, economia e política energética, favorecendo a análise dos impactos dos combustíveis fósseis em diferentes dimensões da vida social (Gonçalves *et al.*, 2024; Gomes *et al.*, 2025).

Ao integrar conhecimento científico e mundo social, a proposta de P1 assume uma direção formativa, em que o conteúdo curricular se converte em meio para análises ampliadas sobre modos de vida e desafios contemporâneos (Lira, 2017; Marini *et al.*, 2019; Pereira, 2019). O tema do petróleo mobiliza reflexões sobre a emissão de poluentes, os impactos ambientais da queima de combustíveis fósseis e a transição para fontes renováveis, aproximando-se da perspectiva freireana de compreensão do conhecimento como prática social situada (Freire, 2007).

O debate também envolve a matriz energética no Brasil e no mundo e seus desdobramentos econômicos, sociais e ambientais (Silva, 2019; Vieira; Garcia, 2019), além de articular o uso cotidiano de derivados do petróleo aos hábitos dos estudantes, favorecendo a problematização de alternativas energéticas. A proposta incorpora ainda a discussão sobre veículos elétricos e inovação tecnológica, permitindo compreender as relações entre ciência, tecnologia, política e valores sociais (Auler; Bazzo, 2001; Auler; Delizoicov, 2015).

Essa dimensão dialoga com autores que defendem a inserção da ciência nas decisões públicas e nos modelos de desenvolvimento (Andrade *et al.*, 2011; Bordoni *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2022; Duarte *et al.*, 2023; Alves; Silveira, 2023). A proposta de P2, por sua vez, problematiza os efeitos sonoros dos fogos de artifício sobre pessoas com hipersensibilidade auditiva e animais, articulando a temática ao debate político, como o

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

Projeto de Lei nº 2130/2019, que propõe restringir fogos com barulho, evidenciando a necessidade de discutir políticas públicas no ensino de Ciências (Strieder, 2012; Silva, 2019).

Ancorada nas controvérsias científicas, a SDI de P2 favorece o pensamento crítico ao envolver dilemas sociais, análise, argumentação e tomada de posição (Péres, 2012; Marani *et al.*, 2019). Já a SDI de P3 aborda o conceito de pH a partir da chuva ácida, relacionando seus impactos aos solos e à produção agrícola, articulando ciência, cotidiano e interferências humanas nos ciclos naturais, e promovendo reflexões sobre sustentabilidade, alimentação e preservação ambiental (Vieira; Garcia, 2019).

Nesse contexto, as propostas de P1, P2 e P3 evidenciam esforços para aproximar os conteúdos de Química as problemáticas sociais e ambientais do cotidiano dos estudantes, favorecendo não apenas a compreensão conceitual, mas também análises mais amplas sobre o papel da ciência na sociedade, em consonância com Nunes e Dantas (2012). A SDI de P3 organiza-se a partir da temática da chuva ácida, sob a abordagem CTSA, com foco no desenvolvimento do pensamento crítico por meio da experimentação investigativa, voltada à compreensão dos impactos da acidez do solo sobre a agricultura familiar.

A proposta envolve a simulação dos efeitos da emissão de óxidos de enxofre na atmosfera, permitindo aos estudantes observarem, com auxílio de indicadores de pH, as alterações químicas relacionadas ao processo de acidificação. Ao situar o problema no contexto da agricultura, P3 articula ciência e realidade local, discutindo os efeitos das práticas agrícolas intensivas sobre as propriedades do solo.

Entendemos, contudo, que a SDI poderia ser ampliada ao incorporar debates sobre o uso de herbicidas e pesticidas, favorecendo a análise das relações entre políticas públicas, legislação ambiental e saúde coletiva, bem como a interlocução com diferentes atores sociais (Santos; Mortimer, 2001). Freire (2007) adverte que práticas centradas apenas na exposição de conteúdos tendem a fragmentar o conhecimento e limitar a compreensão crítica da realidade.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

Em contraposição, a SDI de P5 mobiliza a problemática do descarte de mercúrio em ambientes aquáticos, articulando propriedades físico-químicas do elemento, como raio atômico, densidade e ponto de fusão, a textos informativos e relatos de impacto ambiental. A proposta inclui ainda atividades investigativas, nas quais os estudantes pesquisam o tema e apresentam alternativas de solução, favorecendo a compreensão dos limites e efeitos das práticas tecnocientíficas na coletividade (Nunes; Dantas, 2012).

Diferentemente de P4, cuja proposta é centrada na exposição conceitual da Tabela Periódica, P5 integra conteúdos químicos a uma problemática socioambiental concreta, situando o ensino de Química no campo das discussões públicas sobre as influências indevidas da ciência, uso artefatos de tecnologia, questões sociais e investigações sobre problemas causados ao meio ambiente das atividades humanas.

A SDI de P5 mobiliza conceitos como raio atômico, densidade e ponto de ebulição, articulando-os a dados e relatos sobre os impactos da liberação de mercúrio em ecossistemas aquáticos, favorecendo a compreensão de processos de degradação ambiental e riscos à saúde coletiva.

Essa integração entre conteúdo químico e problemática socioambiental cria condições para uma formação voltada à participação crítica, conforme defendido por Silva (2019) e Freire (2007). Apesar das atividades investigativas e discussões em grupo favorecerem a análise coletiva, a proposta poderia ser aprofundada com a inclusão de debates sobre a legislação ambiental brasileira e a inserção de políticas públicas de proteção dos recursos hídricos.

Nesse sentido, ao analisar o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana (MG), em 2015, P5 poderia ter explorado como estudo de caso, com fundamentação sobre controvérsias sociais e éticas no ensino de Ciências e seus efeitos na formação de pessoas para o exercício da cidadania. Outro desdobramento possível envolve a problematização do uso de mercúrio no garimpo na Amazônia, especialmente nos estados do Pará e Amazonas, prática que contamina rios e cadeias alimentares, favorecendo reflexões sobre disputas políticas, econômicas e ambientais (Silva, 2019).

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

A proposta também poderia incluir a discussão sobre a contaminação de espécies como pirarucu e tambaqui, relacionando saúde pública, biodiversidade e a atuação de instituições como o ICMBio, possibilitando aos estudantes compreenderem os limites e desafios da gestão ambiental e os conflitos entre exploração econômica e proteção da vida.

Assim, a SDI de P5 se alinha a uma perspectiva de ensino comprometida com a análise crítica das relações entre ciência e práticas sociais (Freire, 2007; Nunes; Dantas, 2012).

A proposta de P6, por sua vez, articula os impactos sociais e ambientais dos plásticos ao conteúdo de ligações químicas, por meio de atividades em grupo e seminários iniciados pela provocação “Do que são feitas as coisas?”, conduzindo os estudantes a investigarem a constituição dos materiais, a geração de resíduos e os danos provocados pela poluição dos ecossistemas aquáticos.

A proposta de P6 fundamenta-se em estratégias que favorecem a reflexão sobre a composição química dos materiais, sua permanência no ambiente e seus efeitos sobre os seres vivos, problematizando ao longo da SDI os impactos da poluição por plásticos sobre a fauna aquática e sobre populações humanas dependentes dos recursos hídricos.

A sequência prevê a realização de seminários nos quais os estudantes investigam diferentes materiais quanto à sua origem, uso, descarte e alternativas sustentáveis, demandando mediação docente e fundamentação em metodologias investigativas que articulem conhecimentos químicos e situações sociais concretas.

Ao estruturar essas atividades, P6 amplia o escopo do conteúdo curricular e promove análises sobre o papel da ciência na vida cotidiana, provocando reflexões sobre consumo, indústria química e atuação de órgãos públicos no controle da poluição. Essa perspectiva de ensino aproxima-se de uma concepção formativa que compreende a escola como espaço privilegiado para a problematização da realidade e para a construção de posicionamentos críticos.

Além disso, a proposta incorpora a dimensão social do trabalho docente ao reconhecer que o professor media os vínculos entre conhecimento escolar e formação da

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

cidadania, criando condições para que os estudantes se reconheçam como sujeitos implicados nos debates sobre as consequências do desenvolvimento tecnocientífico. A proposta pode ser ampliada com ações de mobilização comunitária, como parcerias com programas de coleta seletiva e reciclagem, favorecendo a compreensão das responsabilidades compartilhadas na gestão ambiental.

Retomando, de modo complementar, a proposta de P7 ancora-se na abordagem CTSA ao eleger os fogos de artifícios como eixo problematizador, articulando conteúdos como distribuição eletrônica segundo o modelo de Linus Pauling, níveis e subníveis de energia aos impactos sociais, ambientais e éticos decorrentes de seu uso.

Organizada a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, a proposta mobiliza discussões sobre poluição sonora, efeitos em pessoas com hipersensibilidade auditiva, danos a animais e riscos de incêndios florestais, aproximando o conteúdo escolar de debates públicos contemporâneos.

A leitura da reportagem “Aumento de restrições afeta o setor de fogos de artifício em MG”, introduz o debate sobre regulamentação, interesses comerciais e riscos, culminando na indagação “Qual a química por trás dos fogos de artifício?”, que aprofunda a articulação entre princípios químicos e problemáticas sociotécnicas.

Essa perspectiva dialoga com Silva (2019), ao defender a contextualização da ciência como requisito para a formação crítica, com Pereira (2019), ao evidenciar o potencial das temáticas sociocientíficas na compreensão das transformações sociais. Como desdobramento, P7 propõe alternativas aos fogos sonoros e parcerias com o corpo de bombeiros para ações preventivas, ampliando a formação científica para o campo da formação política.

Nesse sentido, tanto P6 quanto P7 se inserem em um movimento de reconstrução curricular orientado pela CTSA, em suas propostas de SDI. Visto que, em suas propostas, P6 e P7 articulam os conteúdos de Química, que são mobilizados para a análise de questões éticas, sociais e ambientais, favorecendo para que os estudantes se reconheçam como sujeitos históricos e implicados nas decisões que afetam seus territórios.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

A proposta de P8, por sua vez, dá continuidade a esse movimento ao tratar dos impactos do consumo excessivo de sal, articulando a temática ao conteúdo de sais por meio de mapas conceituais e textos informativos, criando condições para que os estudantes mobilizem a curiosidade e ampliem sua capacidade de análise sobre as relações entre ciência, saúde e práticas sociais.

Entre os recursos mobilizados por P8, destacam-se textos como “Nova febre, desafio do sal pode causar desidratação até a morte”, “Riscos do excesso de sal na alimentação” e “Brasileiros consomem quase o dobro do sal recomendado por dia”, que atuam como mediadores da reflexão por meio da abordagem CTSA em sua SDI.

Organizados em grupos, os estudantes são convidados a responderem questões sobre as implicações do sal no organismo, sua composição química e as diferenças entre os tipos disponíveis no mercado, favorecendo o exercício da argumentação crítica e da leitura social dos conteúdos escolares.

A proposta se insere em uma concepção de ensino que compreende a ciência como prática social, ao abrir espaço para discutir hábitos alimentares, políticas públicas de saúde e estratégias econômicas da indústria alimentícia, deslocando o ensino de Química para um campo de análise ampliado.

Ao tratar o consumo de sal como questão de saúde pública, abordando efeitos como desidratação, elevação da pressão arterial e riscos cardiovasculares, a sequência articula conhecimentos científicos com práticas cotidianas e determinações socioeconômicas. A proposta estimula ainda a reflexão sobre os processos de produção, circulação e consumo de alimentos ultraprocessados, ampliando o uso do conhecimento químico como ferramenta de leitura crítica da realidade, em consonância com o pensamento freireano, segundo o qual o sujeito crítico interpreta o mundo para poder transformá-lo (Freire, 2007).

Ao mobilizar uma problemática vinculada à saúde coletiva, a proposta favorece a interlocução entre a Química e outras áreas do conhecimento, como biologia, geografia e ciências sociais, além de dialogar com políticas públicas de alimentação e nutrição. Dessa forma, a proposta de P8 se insere em um conjunto de práticas alinhadas à abordagem

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

CTSA, contribuindo para a consolidação do ensino de Química como espaço de formação ética, política e socialmente situada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises empreendidas ao longo deste trabalho evidenciam a potencialidade pedagógica formativa das SDI dos participantes estruturadas a partir da abordagem CTSA, para a promoção do pensamento crítico no ensino de Química.

As propostas analisadas demonstram que, ao tomarem como ponto de partida temáticas socialmente relevantes — como a poluição causada por plásticos, os impactos dos fogos de artifício, o consumo de sal e o uso de mercúrio —, os participantes buscaram integrar o conhecimento químico às dimensões sociais, ambientais, éticas e políticas que atravessam a vida cotidiana dos estudantes. Esse processo não se limitou à inserção de conteúdos contextuais, mas revelou uma intencionalidade pedagógica voltada à construção de práticas educativas que favoreçam a problematização, a argumentação e a tomada de decisões fundamentadas, em consonância com os princípios do pensamento crítico.

A partir da análise das SDI, destaca-se que sete das oito propostas construídas contemplaram, de maneira mais ou menos aprofundada, a articulação entre os conteúdos químicos e as dimensões sociais e ambientais implicadas em suas temáticas para a construção do pensamento crítico. Tal constatação aponta para uma tendência formativa que compreende o ensino de Ciências como espaço para a mediação de questões contemporâneas e para o fortalecimento da cidadania. Ainda que algumas propostas revelem limitações em sua capacidade de problematização ou na profundidade da análise crítica, observa-se um esforço dos participantes em ampliar a função social do ensino de Química e em assumir o papel do professor como mediador de processos formativos transformadores para formação cidadã dos estudantes.

Nesse sentido, esta pesquisa reafirma a importância de propostas formativas, como a inserção de propostas de SDI, que promovam a reflexão sobre os sentidos do conhecimento escolar e sobre os compromissos éticos da prática docente. Ao fomentar o planejamento de SDI com base na abordagem CTSA e orientadas pelo desenvolvimento

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

do pensamento crítico, o processo formativo analisado contribuiu para a construção de uma compreensão mais ampla do ensino de Ciências, capaz de articular saberes acadêmicos, contextos escolares e as urgências do mundo social. Por fim, apontamos que o Ensino de Ciência seja permeado por processos de problematização e investigação, que coloquem os estudantes como protagonistas no exercício da cidadania.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Tatiana Santos; SOUZA, Cláudia.; LIMA NETO, Edmilson. G. As dificuldades ressaltadas por professores na implantação de currículos com ênfase CTS no ensino de ciências da rede pública de Aracaju-SE. **Anais eletrônico do V Colóquio Internacional: Educação e contemporaneidade**. São Cristóvão: EDUCON, 2011.

AULER, Décio.; DELIZOICOV, Demétrio. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Revistas Linhas Críticas**, n. 45, p. 275-296, 2015.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Revista Ciência & Educação**, n. 1, p. 1-13, 2001.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 5º ed. Lisboa: Edições 70, 2021.

BORDONI, Ananda Jacqueline; DA SILVEIRA, Marcelo Pimentel; VIEIRA, Rui Marques. Análise de sequências didáticas de química por meio de um instrumento para a avaliação do pensamento crítico e ensino CTS. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação**, n. 26, p. 380-402, 2020.

BORDONI, Ananda Jacqueline; DA SILVEIRA, Marcelo Pimentel; VIEIRA, Rui Marques. As compreensões de licenciandos de Química sobre a abordagem CTS e o Pensamento Crítico: o papel de um curso de formação inicial. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, n. 4, p. 1-24, 2022.

DUARTE, Bruna Marques; OLIVEIRA, Roseline dos Santos; GOMES, Luciano Carvalhais; KOURANIS, Neide Maria Michellan. *et al.* Orientações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)/Pensamento Crítico (PC): o que pesquisas na Educação para a Ciência no contexto brasileiro nos revelam a respeito dessa articulação? **Revista Ensino e Tecnologia em Revista**, n. 3, p. 908-923, 2023.

FREIRE, Leila Inês Follmann. **Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de química**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Curso de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 16ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

GOMES, Izabele; HUSSEIN, Fabiana R. e Silva. CTSA no Ensino de Ciências: uma revisão sistemática das propostas educacionais presente na literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, s/n, p. 1-27, 2025.

GONÇALVES, Rafael Schepper; ASSIS, Alice; LAMEU, Lucas de Paulo; MENEZES, Paulo Henrique Dias; CHRISPINO, Álvaro. *et al.* Práticas educativas da educação básica brasileira orientadas pela abordagem CTS: Uma revisão de estudos na área de ensino de ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, n. 1, p. 1-26, 2024.

KRUG, Andréa. **Ciclos de formação**: uma proposta político-pedagógica transformadora. 3ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2006.

LIRA, Magadã Marinho Rocha de. **A argumentação em aulas de ciências do ensino fundamental**: a persuasão na construção do discurso científico na escola. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Curso de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

MARANI, Pamela Franco; SANTOS, Mateus Carneiro Guimarães; BALDAQUIM, Matheus Junior; BEDIN, Flávia Caroline; FANTINELLI, Mariana; SILVEIRA, Marcelo Pimentel. F. *et al.* Desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de ciências: publicações em eventos nacionais. **Revista Scientia Naturalis**, n. 2, p. 69-82, 2019.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baieri Teixeira. Uma análise das interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, n. 3, p. 243-263, 2004.

NUNES, Albino Oliveira; DANTAS, Josivânia Marisa. As relações ciência–tecnologia–sociedade–ambiente (CTSA) e as atitudes dos licenciandos em química. **Revista Educ. quím.**, n. 1, p. 85-90, 2012.

OLIVEIRA, Rosilene dos Santos; DUARTE, Bruna Marques; KIOURANIS, Neide Maria Michellan; GOMES, Luciano Carvalhais. *et al.* Orientações ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e pensamento crítico no ensino de ciências: compreensões tecidas a partir do mapeamento de pesquisas brasileiras. **Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad**, n. 51, p. 285-305, 2022.

PEREIRA, Ademir de Souza. **Processos formativos de futuros professores de química como intelectuais transformadores**: contribuições da avaliação de ciclo de vida como temática sociocientífica. 2019. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Curso de Doutorado em Educação para a Ciência - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2019.

PEREIRA, Ademir de Souza.; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco. Avaliação de Ciclo de Vida de Produtos como Temática Sociocientífica na Formação de Professores de Química como Intelectuais Transformadores. **Revista Ciência & Educação**, s/n, p. 1-17, 2020.

PÉRES, Leonardo Fabio Martínez. **Ensino de ciências com enfoque ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) a partir de questões sociocientíficas (QSC)**. São Paulo: UNESP, 2012.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n2.15525

SILVA, Rodrigo da Luz. **Interfaces entre a educação ambiental e a educação CTS e CTSA no Brasil:** possibilidades e limitações. 2019. Dissertação (Mestrado Educação em Ciências) – Curso de Mestrado Educação em Ciências - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2019.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagens CTS na Educação Científica no Brasil:** sentidos e perspectivas. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Curso de Doutorado em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VIEIRA, Maria Cecília dos Santos; GARCIA, Lenise Aparecida Martins. Reflexão e tomada de decisão acerca de questões ambientais: contribuições de um estudo baseado na formação cidadã. **Revista Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**, n. 2, p. 275-295, 2019.