

EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE: DESAFIOS CURRICULARES E EPISTEMOLÓGICOS PARA A FORMAÇÃO DOCENTE NO SÉCULO XXI

Gutemberg Virgínio do Nascimento¹
Magno de Sousa Holanda²

RESUMO: A intensificação da crise socioambiental contemporânea tem exigido da educação escolar práticas formativas capazes de superar abordagens fragmentadas e estritamente conteudistas, demandando propostas pedagógicas críticas, interdisciplinares e contextualizadas. Nesse cenário, embora a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) esteja presente nos debates sobre Educação Ambiental (EA), sua inserção no currículo escolar ainda enfrenta limitações relacionadas à formação docente, à organização curricular e às condições institucionais. Diante disso, este estudo teve como objetivo analisar os desafios curriculares e formativos envolvidos na articulação entre a EA crítica e a abordagem CTS, buscando compreender seus impactos na construção de práticas pedagógicas críticas e interdisciplinares. Metodologicamente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, fundamentada na Análise de Conteúdo, a partir da identificação de categorias temáticas relacionadas aos desafios da implementação dessa perspectiva. Os resultados evidenciaram como principais entraves a fragmentação curricular, as limitações da formação docente para práticas interdisciplinares, a permanência de modelos pedagógicos tradicionais e as restrições institucionais que dificultam a inovação educativa. Como contribuição, o estudo demonstra que a consolidação da articulação entre CTS e EA depende do fortalecimento da formação docente crítica e de uma reorganização curricular orientada pela interdisciplinaridade, pela contextualização do conhecimento e pela participação democrática, favorecendo práticas educativas mais alinhadas aos desafios socioambientais contemporâneos.

1

Palavras-chave: Educação Ambiental. Ciência. Tecnologia e Sociedade. Formação docente. Interdisciplinaridade.

¹Doutorando, Universidad de la Integración de las Américas - Unida, Paraguai.

²Professor Doutor, orientador Universidad de la Integración de las Américas - Unida, Paraguai.

ABSTRACT: The intensification of the contemporary socio-environmental crisis has required school education to adopt formative practices capable of overcoming fragmented and strictly content-based approaches, demanding critical, interdisciplinary, and contextualized pedagogical proposals. In this scenario, although the Science, Technology, and Society (STS) approach is present in debates on Environmental Education (EE), its integration into the school curriculum still faces limitations related to teacher education, curricular organization, and institutional conditions. Therefore, this study aimed to analyze the curricular and formative challenges involved in the articulation between Critical Environmental Education and the STS approach, seeking to understand their impacts on the development of critical and interdisciplinary pedagogical practices. Methodologically, qualitative bibliographic research was conducted, based on Content Analysis, through the identification of thematic categories related to the challenges of implementing this perspective. The results highlighted curricular fragmentation, limitations in teacher education for interdisciplinary practices, the persistence of traditional pedagogical models, and institutional constraints that hinder educational innovation as the main obstacles. As a contribution, the study demonstrates that the consolidation of the articulation between STS and EE depends on strengthening critical teacher education and reorganizing the curriculum based on interdisciplinarity, contextualization of knowledge, and democratic participation, promoting educational practices more aligned with contemporary socio-environmental challenges.

Keywords: Environmental Education. Science. Technology and Society. Teacher education. Interdisciplinarity.

INTRODUÇÃO

2

As transformações decorrentes do avanço científico, tecnológico e industrial modificaram as relações entre sociedade e meio ambiente, contribuindo para o desenvolvimento econômico, mas também intensificando impactos ambientais (Spazziani; Rumenos; Thomé, 2022). Nesse contexto, a preservação ambiental passou a incorporar dimensões sociais, políticas e educativas, ultrapassando uma compreensão restrita aos aspectos ecológicos e envolvendo participação social, responsabilidade coletiva e cidadania (Dias, 2010; Loureiro, 2019).

Com isso, a Educação Ambiental (EA) consolidou-se como campo de reflexão e ação educativa voltado à compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Contudo, para fortalecer sua presença no contexto escolar, torna-se necessário articulá-la a práticas pedagógicas críticas e contextualizadas (Brasil, 2017; Loureiro, 2019). Nessa perspectiva, a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) apresenta-se como uma possibilidade de ampliação das discussões ambientais ao promover reflexões sobre as relações entre desenvolvimento científico, tecnologia e sociedade. Apesar de seu potencial formativo, sua inserção no currículo escolar ainda enfrenta desafios relacionados às práticas

pedagógicas, à organização curricular e à formação docente (Barros; Cavalcanti, 2023; Santos; Watanabe, 2025).

Embora os estudos sobre EA e CTS tenham avançado nas últimas décadas, ainda são limitadas as análises que discutem conjuntamente os desafios da docência na articulação entre currículo, formação crítica e abordagem CTS no campo da EA. Essa lacuna evidencia a necessidade de compreender os fatores que dificultam a consolidação de práticas pedagógicas interdisciplinares capazes de integrar ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Dessa forma, o presente estudo busca responder ao seguinte questionamento: quais são os principais desafios enfrentados pela docência na inserção da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade no currículo escolar voltado à Educação Ambiental?

A discussão dessa problemática mostra-se relevante, pois a incorporação da abordagem CTS à Educação Ambiental ultrapassa a inclusão de novos conteúdos, envolvendo mudanças nas concepções pedagógicas, na organização curricular e na formação docente. Parte-se da hipótese de que sua consolidação depende da superação da fragmentação curricular e do desenvolvimento de propostas educativas fundamentadas na interdisciplinaridade, na participação democrática e na compreensão crítica dos problemas socioambientais.

Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar os desafios curriculares e epistemológicos envolvidos na articulação entre a EA crítica e a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), considerando suas implicações para a formação docente e para a construção de práticas pedagógicas críticas e interdisciplinares voltadas aos desafios socioambientais contemporâneos.

3

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa e natureza exploratório-analítica. Esse delineamento possibilita reunir, analisar e interpretar a produção científica existente sobre determinado objeto de investigação, permitindo identificar perspectivas teóricas, aproximações conceituais e lacunas presentes na literatura (Gil, 2019). O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases SciELO, Portal de Periódicos CAPES, Google Scholar e ERIC, além da consulta a documentos normativos e obras de referência relacionados à Educação Ambiental (EA), à abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), ao currículo e à formação docente, considerados fundamentais para a

compreensão do objeto investigado.

Foram utilizados como descritores: "Educação Ambiental", "Educação Ambiental crítica", "Ciência, Tecnologia e Sociedade", "CTS", "currículo", "formação docente" e "interdisciplinaridade", bem como seus correspondentes em língua inglesa, combinados por operadores booleanos quando necessário. Foram priorizados estudos publicados nos últimos dez anos, sem excluir obras clássicas e documentos legais relevantes para a consolidação desses campos teóricos.

A seleção das publicações ocorreu considerando sua pertinência temática, relevância científica e contribuição para a compreensão dos desafios curriculares, epistemológicos e formativos relacionados à articulação entre a EA crítica e a abordagem CTS. A análise do material foi fundamentada na Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2015), seguindo as etapas de pré-análise, exploração do material e interpretação dos resultados. Esse procedimento permitiu organizar as informações em eixos temáticos, identificar recorrências, aproximações e divergências entre os estudos analisados, contribuindo para a construção das discussões desenvolvidas no trabalho.

A ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E NO CURRÍCULO ESCOLAR

4

A Educação Ambiental (EA) ganhou maior visibilidade no cenário internacional diante dos impactos associados ao modelo de desenvolvimento baseado na exploração intensiva dos recursos naturais, ampliando sua discussão para além da dimensão ecológica e incorporando aspectos sociais, econômicos e políticos (Spazziani; Rumenos; Thomé, 2022). No contexto brasileiro, especialmente em países marcados por desigualdades históricas, a EA assumiu uma perspectiva crítica ao considerar que os problemas ambientais estão relacionados às formas de desenvolvimento, às relações sociais e aos processos históricos que influenciam a apropriação da natureza (Spazziani; Rumenos; Thomé, 2022).

A EA crítica compreende a relação entre sociedade e natureza como uma construção histórica e social, não se limitando à conservação ambiental. Para Dias (2010), Sauvé (2005a) e Loureiro (2019), seu papel formativo consiste em desenvolver sujeitos capazes de interpretar criticamente os problemas socioambientais, articulando conhecimentos escolares às realidades vivenciadas e fortalecendo processos de participação social. Essa compreensão aproxima-se de Orr (2004), ao defender que a crise ambiental também resulta de modelos educacionais

fragmentados, que dissociaram a formação humana dos limites ecológicos, exigindo uma alfabetização ecológica voltada à compreensão das relações entre sociedade, ciência, tecnologia e natureza.

No Brasil, a Constituição Federal de 1988 reconheceu a Educação Ambiental como componente obrigatório em todos os níveis de ensino, estabelecendo sua abordagem de forma integrada às diferentes áreas do conhecimento, e não como disciplina específica (Oliveira; Neiman, 2020). Essa orientação foi consolidada pela Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), que define a EA como um processo de construção de valores, conhecimentos, habilidades e atitudes voltados à conservação ambiental e à sustentabilidade (Brasil, 1999). Dessa forma, sua inserção curricular requer práticas interdisciplinares que ultrapassem abordagens centradas apenas na transmissão de conteúdos.

Nesse sentido, Loureiro (2004) destaca que a EA crítica não deve ser reduzida à mudança individual de comportamentos, pois os problemas ambientais envolvem dimensões históricas, econômicas e políticas mais amplas. Essa compreensão aproxima-se das análises de Apple (2004), para quem o currículo não representa uma seleção neutra de conhecimentos, mas uma construção social atravessada por disputas políticas, culturais e ideológicas. Assim, a inclusão da EA no currículo envolve escolhas sobre quais conhecimentos e perspectivas acerca do ambiente, da ciência e da tecnologia serão valorizados no processo educativo.

5

Essa discussão dialoga diretamente com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que amplia a análise curricular ao questionar a neutralidade atribuída ao conhecimento científico e tecnológico. Enquanto Apple (2004) evidencia que o currículo envolve disputas sobre a legitimação dos saberes escolares, a CTS problematiza os interesses sociais, políticos e econômicos presentes na produção e utilização da ciência e da tecnologia. Dessa forma, a articulação entre EA crítica e CTS exige uma reorganização curricular capaz de integrar dimensões científicas, sociais, ambientais e políticas.

Essa orientação está presente em documentos educacionais como os PCN+ (Brasil, 2002), a Resolução nº 2/2012 e a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017), que defendem a inserção transversal da temática ambiental e sua articulação entre diferentes áreas do conhecimento. A Resolução nº 2/2012 reforça a necessidade de superar abordagens naturalistas, considerando também aspectos sociais, econômicos e políticos relacionados aos problemas ambientais (Brasil, 2012). Essas discussões aproximam-se ainda da Agenda 2030 e dos Objetivos

de Desenvolvimento Sustentável, que destacam a importância da educação para a compreensão crítica dos desafios socioambientais contemporâneos (Santos; Watanabe, 2025).

Nesse cenário, a abordagem CTS apresenta-se como uma possibilidade de articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, contribuindo para uma formação científica voltada à participação social e à análise crítica dos impactos do desenvolvimento científico e tecnológico (Luz, 2019). Entretanto, a EA constitui um campo marcado por diferentes correntes teóricas, que expressam distintas concepções sobre ambiente, educação e transformação social (Sauvé, 2005). Segundo Spazziani, Rumenos e Thomé (2022), essas perspectivas podem ser agrupadas em vertentes crítica, conservadora e pragmática, sendo a perspectiva crítica aquela que mais se aproxima da CTS ao compreender que os problemas ambientais resultam de relações sociais, econômicas e políticas.

A aproximação entre EA e CTS amplia a compreensão das questões socioambientais ao evidenciar que decisões científicas e tecnológicas são construídas em contextos permeados por diferentes interesses. Conforme Barros e Cavalcanti (2023), embora a EA promova reflexões sobre o ambiente, sua articulação com a CTS possibilita análises mais amplas das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nessa direção, Dias (2010) destaca que essa aproximação representa uma estratégia relevante para compreender a crise socioambiental contemporânea.

6

A perspectiva CTS parte do princípio de que ciência e tecnologia não se desenvolvem de forma neutra, mas são influenciadas por fatores sociais, políticos, econômicos e culturais, ao mesmo tempo em que interferem nessas dimensões. Segundo Santos e Watanabe (2025), essa abordagem estimula a reflexão sobre os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico e favorece a participação social nos processos decisórios. Solomon (1993) destaca que o ensino CTS deve possibilitar aos estudantes a análise de controvérsias sociocientíficas considerando seus aspectos éticos, sociais e políticos, ampliando o sentido da alfabetização científica.

Aikenhead (2006) complementa essa discussão ao defender um ensino de Ciências contextualizado em situações socialmente relevantes, aproximando o conhecimento científico das experiências dos estudantes e fortalecendo uma alfabetização científica voltada à cidadania. Nessa perspectiva, Giroux (2024) compreende o currículo como espaço de formação crítica, no qual os estudantes podem interpretar e questionar relações de poder presentes na sociedade. Da mesma forma, Cartaxo et al. (2025) destacam que a abordagem CTS amplia o debate ao considerar os efeitos do modelo de desenvolvimento econômico sobre os problemas ambientais

e as desigualdades sociais.

No contexto escolar, a abordagem CTS favorece a contextualização dos conteúdos, a interdisciplinaridade e a aproximação entre conhecimentos científicos e experiências sociais dos estudantes. Conforme Fensham (2012), o ensino de Ciências precisa ser reorganizado a partir de problemas socialmente significativos, o que implica mudanças curriculares, metodológicas e formativas. Entretanto, essa transformação encontra obstáculos na própria organização do currículo escolar, historicamente estruturado de forma fragmentada.

Segundo Goodson (2013), o currículo constitui uma construção histórica marcada por disputas sociais e institucionais, enquanto Morin (2000) destaca que os problemas contemporâneos exigem formas de pensamento capazes de superar a divisão excessiva dos conhecimentos. Nessa mesma direção, Sterling (2001) argumenta que os desafios da sustentabilidade demandam mudanças nas bases que organizam os processos educativos, substituindo perspectivas reducionistas por abordagens sistêmicas capazes de compreender as relações entre sociedade, ciência, tecnologia e ambiente.

Barros e Cavalcanti (2023) ressaltam que EA e CTS compartilham objetivos relacionados à formação cidadã, à participação social e ao desenvolvimento do pensamento crítico. Luz e Prudêncio (2024) identificam aproximações epistemológicas entre esses campos, especialmente na defesa da alfabetização científica, da análise crítica da realidade e da transformação social. Essa articulação fortalece a perspectiva CTSA, na qual a dimensão ambiental assume papel central nas discussões sobre ciência, tecnologia, cidadania e transformação social.

Apesar das aproximações, EA crítica e CTS possuem trajetórias teóricas próprias. Enquanto Loureiro (2019) enfatiza as relações sociais, econômicas e políticas associadas aos problemas ambientais, autores como Aikenhead (2006) e Solomon (1993) concentram-se nas implicações sociais da ciência e da tecnologia. Contudo, ambas convergem ao rejeitar interpretações neutras do conhecimento e defender uma educação orientada pela participação democrática e pela compreensão crítica da realidade.

Dessa forma, a articulação entre EA crítica e abordagem CTS representa uma possibilidade de fortalecimento de práticas pedagógicas comprometidas com a análise dos problemas socioambientais contemporâneos. Essa integração amplia o letramento científico e tecnológico, favorece processos educativos contextualizados e contribui para a formação de

sujeitos capazes de compreender as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, participando criticamente da transformação da realidade (Pinheiro; Silva; Santana, 2021).

Nesse sentido, a articulação entre EA crítica e abordagem CTS não representa apenas a aproximação entre dois referenciais teóricos, mas a construção de um horizonte formativo comprometido com a compreensão da complexidade dos problemas contemporâneos. Ao integrar dimensões científicas, sociais, políticas, econômicas e ambientais, essa interlocução amplia as possibilidades de organização curricular e fortalece práticas educativas orientadas pela participação democrática, pela justiça socioambiental e pela formação de sujeitos capazes de intervir criticamente na realidade.

DESAFIOS DA DOCÊNCIA NA INSERÇÃO DA ABORDAGEM CTS NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A inserção da perspectiva CTS no campo da Educação Ambiental (EA) contribui para ampliar a análise crítica dos problemas socioambientais contemporâneos. Entretanto, sua consolidação no ambiente escolar ainda enfrenta limitações relacionadas à organização curricular, às condições institucionais e aos processos de formação docente, indicando que sua efetivação depende de mudanças pedagógicas, curriculares e formativas.

Luz e Prudêncio (2019) destacam que a aproximação entre EA e CTS ainda ocorre de maneira parcial, pois esses campos foram constituídos por trajetórias próprias, embora apresentem convergências relacionadas à formação cidadã, à articulação entre conhecimento e realidade social e à participação coletiva diante dos desafios ambientais. Essa aproximação amplia a função da escola para além da transmissão de conteúdos, exigindo práticas capazes de relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Nesse sentido, Marques e Nicoletti (2021) ressaltam que o trabalho docente envolve não apenas o domínio dos conhecimentos escolares, mas também a capacidade de promover reflexões contextualizadas sobre questões sociocientíficas.

Apesar dessa importância, a integração entre EA e CTS ainda ocorre de forma limitada na Educação em Ciências brasileira, evidenciando que o desafio não está apenas na ampliação dos conhecimentos docentes, mas também na construção de práticas pedagógicas que favoreçam a problematização da realidade e a relação entre conteúdos escolares e experiências dos estudantes (Marques; Nicoletti, 2021). Conforme Tardif (2012), os saberes docentes são constituídos pela articulação entre conhecimentos acadêmicos, experiências profissionais e

trajetórias formativas, sendo fundamentais para o desenvolvimento de práticas educativas críticas.

Parte dessas dificuldades está relacionada à fragmentação histórica do conhecimento e à organização disciplinar dos sistemas educacionais, que dificultam propostas interdisciplinares e reduzem o diálogo entre diferentes áreas (Luz, 2019). Além disso, Marques e Nicoletti (2021) apontam que algumas práticas educativas ainda abordam os problemas ambientais de maneira predominantemente naturalista, sem aprofundar suas relações com aspectos sociais, econômicos e políticos. Para Loureiro (2019), tanto a EA crítica quanto a perspectiva CTS defendem a análise dos problemas ambientais considerando estruturas históricas e sociais, superando interpretações centradas exclusivamente em mudanças individuais de comportamento.

Outro obstáculo refere-se à fragmentação curricular. Segundo Haliski e Haliski (2023), a organização tradicional do ensino em disciplinas isoladas dificulta a compreensão integrada dos fenômenos socioambientais e favorece práticas centradas na transmissão de conteúdos. Essa questão também é discutida por Goodson (2013), ao destacar que o currículo resulta de processos históricos e sociais que consolidaram fronteiras disciplinares rígidas, dificultando propostas interdisciplinares como as defendidas pela EA crítica e pela CTS.

9

Nesse cenário, práticas excessivamente conteudistas limitam a problematização das realidades sociais e ambientais vivenciadas pelos estudantes. Pinheiro, Silva e Santana (2021) destacam que propostas fundamentadas na abordagem CTS exigem metodologias capazes de aproximar conhecimentos científicos das experiências concretas dos alunos, favorecendo processos de participação social e tomada de decisão. Assim, a abordagem CTS contribui para uma aprendizagem contextualizada, na qual o conhecimento científico passa a ser compreendido como instrumento de interpretação da realidade.

A permanência de modelos pedagógicos tradicionais constitui um desafio para a consolidação dessas perspectivas críticas. Conforme Morin (2000), a fragmentação dos saberes compromete a compreensão da complexidade dos fenômenos contemporâneos, especialmente das questões ambientais, que envolvem dimensões científicas, sociais, econômicas e culturais inter-relacionadas.

Também merece destaque a compreensão dos professores sobre os fundamentos teóricos e metodológicos da abordagem CTS. Haliski e Haliski (2023) observam que, em determinados

contextos, os temas ambientais são utilizados apenas como exemplos de conteúdos científicos, sem aprofundamento de suas dimensões sociais, políticas e econômicas. Dessa forma, a simples inclusão de questões ambientais no planejamento escolar não garante uma perspectiva crítica, sendo necessária uma compreensão mais ampla das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Dias (2010) alerta que abordagens pouco críticas podem reduzir a EA a práticas utilitaristas, sem problematizar as causas estruturais das desigualdades socioambientais.

Além das questões pedagógicas e curriculares, existem limitações relacionadas às condições concretas de trabalho docente, como falta de tempo para planejamento coletivo e pressão pelo cumprimento de currículos extensos. Segundo Marques e Nicoletti (2021), a articulação entre EA e CTS exige planejamento integrado, diálogo entre áreas do conhecimento e condições institucionais que favoreçam práticas colaborativas.

Nesse contexto, a formação inicial e continuada dos professores assume papel central. Cartaxo et al. (2025) destacam que muitos cursos de licenciatura ainda apresentam pouca ênfase em perspectivas críticas, interdisciplinares e reflexivas, dificultando a construção de práticas capazes de articular conhecimentos científicos às questões socioambientais presentes no cotidiano escolar. Luz e Prudêncio (2024) defendem que a formação para uma educação crítica depende do fortalecimento de referenciais comprometidos com a emancipação social e a consciência crítica. Nessa mesma direção, Freire (2019) compreende a educação como um processo de leitura crítica da realidade e formação de sujeitos capazes de atuar na transformação social.

Essa perspectiva amplia a compreensão da docência para além da dimensão técnica. Giroux (2024) defende que o professor deve ser compreendido como um intelectual crítico, capaz de problematizar conhecimentos escolares, mediar debates e favorecer a participação democrática dos estudantes. Assim, a formação docente para a CTS envolve o desenvolvimento da autonomia intelectual e da capacidade de interpretar criticamente os contextos em que o ensino ocorre.

Outro desafio está relacionado à permanência de concepções conservadoras da EA. Conforme Luz (2019), muitas práticas escolares ainda priorizam mudanças comportamentais individuais, como reciclagem e economia de recursos, sem discutir fatores econômicos, políticos e sociais envolvidos na degradação ambiental. Luz e Prudêncio (2024) ressaltam que a ausência de debates sobre relações de poder presentes no desenvolvimento científico e

tecnológico favorece interpretações simplificadas da realidade. De forma semelhante, Loureiro (2019) destaca que perspectivas conservadoras reduzem a atenção às desigualdades socioambientais e às estruturas que sustentam esses problemas.

As limitações curriculares também interferem na consolidação da abordagem CTS. Segundo Luz e Prudêncio (2024), documentos curriculares recentes tendem a reduzir espaços destinados às discussões ambientais críticas, enquanto ampliam competências relacionadas às demandas do mercado de trabalho. Essa análise aproxima-se de Apple (2004), para quem o currículo expressa disputas políticas, econômicas e culturais que definem quais conhecimentos serão valorizados no espaço escolar.

A esses desafios somam-se questões contemporâneas, como a circulação de desinformação, o negacionismo científico e os questionamentos sobre a credibilidade da ciência. Nesse cenário, os professores assumem a responsabilidade de mediar debates complexos e contribuir para a construção de compreensões críticas sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Luz; Prudêncio, 2024). Solomon (1993) destaca que a educação CTS possibilita a análise de questões sociocientíficas envolvendo incertezas, conflitos de interesse e implicações éticas, favorecendo a argumentação e a participação democrática.

Dessa forma, a inserção da abordagem CTS na EA ultrapassa a inclusão de conteúdos ambientais no currículo, envolvendo transformações pedagógicas, curriculares e institucionais, além do fortalecimento da formação docente. Como destaca Loureiro (2019), a EA crítica depende da compreensão dos fatores históricos, econômicos, culturais e sociais que influenciam os problemas socioambientais. Portanto, os desafios para implementação da CTS na EA não são exclusivamente metodológicos, pois envolvem disputas curriculares, concepções de conhecimento e finalidades atribuídas à educação escolar.

Como aponta Apple (2004), o currículo representa escolhas sociais e políticas sobre quais saberes serão valorizados. Assim, fortalecer uma EA articulada à CTS implica defender uma concepção curricular baseada no diálogo entre conhecimentos científicos, saberes sociais e experiências territoriais, ampliando a função da escola como espaço de formação crítica, participação democrática e transformação da realidade.

FORMAÇÃO DOCENTE PARA UMA EDUCAÇÃO CTS CRÍTICA

A efetivação da abordagem CTS na EA está diretamente relacionada à forma como os professores são preparados para compreender e trabalhar a complexidade das questões

socioambientais no contexto escolar, pois segundo Henrique (2025) as práticas educativas fundamentadas nos pressupostos CTS favorecem a construção de conhecimentos e valores que possibilitam intervenções responsáveis diante de problemas relacionados à ciência e à tecnologia, demonstrando que o ensino também desempenha um papel formativo na construção da cidadania.

A compreensão da formação docente para uma educação CTS crítica exige a articulação entre referenciais da EA Crítica, da abordagem CTS, da pedagogia crítica e dos estudos sobre desenvolvimento profissional docente. Essa integração demonstra que preparar professores para essa perspectiva não significa apenas desenvolver competências metodológicas, mas possibilitar uma compreensão crítica sobre a produção, legitimação e utilização dos conhecimentos científicos e tecnológicos em diferentes contextos sociais.

Nesse sentido, formar professores para atuar nessa perspectiva implica desenvolver uma postura investigativa e reflexiva sobre o currículo e as práticas pedagógicas. Conforme Nóvoa (2019), a profissionalidade docente resulta da articulação entre conhecimento, experiência e reflexão crítica, elementos fundamentais para uma educação comprometida com a transformação social. O Quadro 1 sintetiza os principais eixos teóricos que fundamentam as análises desta seção.

Quadro 1. Referenciais teóricos que fundamentam a formação docente para uma educação CTS crítica.

Eixo teórico	Principais referenciais	Contribuição para a pesquisa
Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)	Henrique (2025); Kauano e Marandino (2022); Lacerda e Strieder (2019)	Fundamentam a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, destacando a alfabetização científica crítica, a participação democrática e a formação cidadã.
Formação e desenvolvimento profissional docente	Nóvoa (2019); Tardif (2012); García (1999); Contreras (2002)	Compreendem a formação docente como um processo contínuo, colaborativo, reflexivo e orientado para a autonomia profissional e para a construção crítica da prática pedagógica.
Pedagogia crítica	Freire (2014); Freire e Shor (2021); Aggrey (2026)	Sustentam a educação dialógica, a problematização da realidade, a autonomia docente e a formação de sujeitos críticos e participativos.
Educação Ambiental Crítica	Loureiro (2004); Leff (2014); Sauvé (2005b)	Fundamentam a compreensão das questões ambientais a partir de suas dimensões sociais, políticas, econômicas e culturais, superando abordagens centradas apenas na conserva��o da natureza.

Justiça socioambiental e ecologia de saberes	Acselrad (2004); Sousa Santos (2021); Silva et al. (2023)	Orientam a análise das desigualdades socioambientais, do reconhecimento da diversidade de saberes e da valorização dos territórios e grupos historicamente vulnerabilizados.
---	---	--

Fonte: Autor (2026).

Assim, a formação docente adquire caráter estratégico, pois constitui um dos principais elementos para que o professor desenvolva uma compreensão crítica das relações estabelecidas entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Essa formação envolve compreender as implicações éticas, políticas e ambientais do conhecimento científico, permitindo que a docência ultrapasse a reprodução de informações e se constitua como processo de mediação, análise crítica e construção coletiva do conhecimento (Henrique, 2025).

Essa compreensão aproxima-se das reflexões desenvolvidas por Nóvoa (2019), para quem o desenvolvimento profissional não pode ser reduzido à aquisição individual de técnicas ou conhecimentos. Ao afirmar que "não é possível aprender a profissão docente sem a presença, o apoio e a colaboração dos outros professores" (Nóvoa, 2019, p. 6), o autor enfatiza que a profissão se constitui em espaços coletivos de aprendizagem, nos quais o compartilhamento de experiências, a reflexão sobre a prática e o trabalho colaborativo fortalecem o desenvolvimento profissional.

Embora apresentem enfoques distintos, Nóvoa (2019), Tardif (2012) e Freire (2014) convergem ao compreender a docência como uma prática que ultrapassa a dimensão técnica. Enquanto Tardif destaca a construção dos saberes docentes pela articulação entre formação, experiência e prática profissional, Nóvoa enfatiza a dimensão coletiva da profissão e Freire defende o papel crítico do professor na problematização da realidade. Dessa forma, a formação para uma educação CTS crítica exige docentes capazes de interpretar o currículo, selecionar problemas socialmente relevantes e promover processos educativos orientados pela participação democrática.

No âmbito da abordagem CTS, essa perspectiva torna-se fundamental devido à natureza interdisciplinar das questões socioambientais. Os saberes docentes são construídos continuamente a partir da articulação entre conhecimentos acadêmicos, orientações curriculares e experiências da prática escolar, sendo reinterpretados conforme as demandas concretas do ensino (Tardif, 2012).

Vale destacar no entanto, que a formação docente não se encerra na licenciatura, uma vez que as constantes transformações científicas, tecnológicas e sociais impõem novos desafios ao exercício da docência, tornando indispensáveis processos permanentes de desenvolvimento profissional. Nessa direção, García (1999) compreende a formação como um percurso contínuo, que acompanha toda a carreira do professor e requer atualização constante diante das mudanças que atravessam a educação e a sociedade.

Sob essa perspectiva, a consolidação da abordagem CTS depende da existência de políticas de formação continuada que favoreçam processos reflexivos, estimulem o diálogo interdisciplinar e ampliem a capacidade dos professores de interpretar criticamente problemas contemporâneos que extrapolam os limites tradicionais das disciplinas escolares. Os estudos sobre formação de professores, como o de Lacerda e Strieder (2019), demonstram que iniciativas fundamentadas na perspectiva CTS vêm sendo desenvolvidas em diferentes contextos educacionais, buscando fortalecer compreensões didático-pedagógicas, curriculares e conceituais relacionadas à abordagem. Essas experiências indicam que a formação docente deve ser compreendida como espaço de desenvolvimento da capacidade analítica e reflexiva do professor, permitindo reorganizar práticas pedagógicas e aproximar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente de maneira significativa para os estudantes.

14

As discussões sobre a formação docente para uma educação CTS crítica aproximam-se da concepção freiriana de educação, na medida em que compreendem o ensino como um processo de construção compartilhada do conhecimento. Para Freire (2014), ensinar não consiste em transferir saberes prontos, mas em criar possibilidades para que os sujeitos interpretem criticamente a realidade por meio do diálogo, da problematização e da reflexão sobre as experiências vividas. Assim, a atuação docente deixa de estar centrada na simples exposição de conteúdos e passa a envolver a mediação de processos educativos que possibilitem aos estudantes compreender as relações estabelecidas entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Nesse sentido, a formação docente orientada pela perspectiva CTS pressupõe o desenvolvimento da autonomia intelectual, da participação democrática e da capacidade de analisar criticamente os desafios socioambientais contemporâneos. Essa compreensão aproxima-se das contribuições de Kauano e Marandino (2022), que identificam convergências entre a abordagem CTS e a perspectiva freiriana, especialmente na defesa da democratização

das decisões relacionadas à ciência e tecnologia e na ampliação da alfabetização científica para além da compreensão de conceitos, incorporando a análise crítica dos impactos sociais, políticos e ambientais do conhecimento científico.

Essa compreensão também repercute na forma como se concebe a profissionalidade docente, uma vez que segundo Contreras (2002), a autonomia e profissionalidade constituem dimensões indissociáveis de uma perspectiva crítica e emancipatória de formação, visto que a autonomia representa tanto a liberdade para decidir sobre procedimentos didáticos, como a capacidade de analisar criticamente as condições em que o trabalho docente é desenvolvido, assumindo posicionamentos pedagógicos coerentes com princípios democráticos e emancipatórios.

Assumir essa perspectiva implica compreender que a autonomia docente também possui dimensão coletiva e política, pois envolve participação nas decisões curriculares e construção de práticas educativas fundamentadas no diálogo. Freire e Shor (2021) destacam que espaços coletivos de reflexão entre professores fortalecem a autonomia profissional e possibilitam compreender o currículo como uma construção social vinculada a diferentes projetos de sociedade.

Assim sendo, uma prática pedagógica fundamentada na perspectiva crítico-transformadora da educação CTS não pode permanecer indiferente às condições sociais em que se desenvolve, pois conforme argumenta Aggrey (2026), a formação escolar precisa contribuir para que os estudantes desenvolvam condições de interpretar criticamente uma realidade marcada por desigualdades sociais, políticas, culturais, éticas e ambientais, fortalecendo seu compromisso com a construção de uma sociedade mais justa, democrática e socialmente responsável.

Nesse processo, a formação docente para uma educação CTS crítica amplia a compreensão das questões socioambientais ao superar análises restritas aos aspectos naturais e incorporar discussões relacionadas à justiça socioambiental, aos modelos de desenvolvimento e às desigualdades produzidas pelas relações econômicas e sociais. Nessa direção, Loureiro (2004) defende que a EA crítica deve enfrentar as causas estruturais da degradação ambiental, articulando as discussões sobre desenvolvimento econômico, desigualdade social e exploração dos recursos naturais.

Essa perspectiva modifica o sentido atribuído à EA escolar, pois desloca o foco exclusivo

das mudanças individuais de comportamento para a análise dos processos históricos, políticos e econômicos que produzem os conflitos socioambientais. Dessa forma, a abordagem CTS contribui para compreender que ciência e tecnologia também estão inseridas em relações sociais e disputas de poder que influenciam a produção dos problemas ambientais.

As reflexões de Leff (2014) contribuem para aprofundar essa compreensão ao conceber a crise ambiental como expressão dos limites da racionalidade econômica que se consolidou na modernidade, de maneira que o enfrentamento dessa problemática não se limita a intervenções pontuais, implicando na construção de uma racionalidade ambiental capaz de articular diferentes formas de conhecimento e de reorganizar as relações entre sociedade e natureza. Nesse cenário, a formação docente ultrapassa a atualização de conteúdos científicos, envolvendo a problematização dos modelos de desenvolvimento e a construção de novas interpretações sobre as relações entre sociedade e ambiente.

Essa ampliação do debate também envolve compreender que os impactos ambientais não atingem todos os grupos sociais da mesma maneira. Acselrad (2004) demonstra que a distribuição dos riscos ambientais acompanha padrões históricos de desigualdade, fazendo com que populações socialmente vulneráveis sejam, com maior frequência, expostas à contaminação, à degradação dos territórios e à precarização das condições de vida. Ao incorporar essa discussão, a formação docente amplia a análise das relações entre ambiente, cidadania e direitos sociais, permitindo compreender os conflitos socioambientais como manifestações de desigualdades estruturais.

No âmbito da CTS, essa análise destaca que as decisões relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico produzem consequências distintas para diferentes segmentos da sociedade, exigindo uma abordagem pedagógica atenta às múltiplas dimensões desses processos. É nesse sentido que Sousa Santos (2021) propõe a ecologia de saberes, defendendo o diálogo entre o conhecimento científico e os saberes construídos por povos indígenas, comunidades tradicionais, agricultores familiares e outros grupos historicamente marginalizados.

Essa concepção reconhece que a compreensão da realidade se amplia quando diferentes formas de conhecimento são articuladas, favorecendo práticas pedagógicas contextualizadas e relacionadas às experiências dos diferentes territórios socioculturais. Dessa forma, a valorização da diversidade de saberes deixa de representar apenas uma escolha metodológica e

passa a constituir um princípio ético e político da formação docente comprometida com a justiça socioambiental, que segundo Silva et al. (2023) está relacionada ao reconhecimento das identidades, dos territórios e das formas de vida historicamente constituídas na América Latina.

Silva et al. (2023) destacam que os conflitos ambientais latino-americanos estão relacionados não apenas à exploração dos recursos naturais, mas também às desigualdades construídas historicamente por processos de colonização e por modelos de desenvolvimento extrativistas, exigindo práticas educativas sensíveis às particularidades sociais e territoriais.

Essa compreensão dialoga com a concepção de Sauvé (2005b), para quem o meio ambiente constitui uma realidade complexa, formada por dimensões ecológicas, sociais, culturais, econômicas e políticas que não podem ser analisadas de forma isolada. Nesse sentido, a formação docente precisa desenvolver capacidades que permitam integrar essas dimensões, evitando interpretações fragmentadas dos conflitos socioambientais. Nessa mesma direção, Silva et al. (2023) defendem que a EA crítica deve constituir um espaço de formação comprometido com a transformação das realidades marcadas pela degradação ambiental e pela exclusão social. Para os autores, a escola desempenha papel relevante ao favorecer a compreensão dos conflitos socioambientais a partir dos contextos territoriais vivenciados pelos estudantes, estimulando processos de reflexão, participação e construção coletiva de alternativas.

17

Essa perspectiva amplia as contribuições da abordagem CTS ao demonstrar que o ensino de ciência e tecnologia deve considerar suas implicações sociais, políticas e ambientais. Dessa forma, a formação docente para uma educação CTS crítica ultrapassa a aquisição de conteúdos e metodologias, envolvendo a construção de referenciais teóricos, éticos e políticos que orientem práticas comprometidas com a cidadania, a participação democrática e a justiça socioambiental.

A articulação entre EA crítica, CTS, currículo e formação docente indica que os desafios da educação socioambiental não se limitam à inserção de novos temas escolares, mas envolvem disputas sobre a produção, seleção e legitimação dos conhecimentos, exigindo professores capazes de interpretar criticamente sua prática e promover processos educativos voltados à compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Assim, a consolidação dessa perspectiva depende de mudanças articuladas entre currículo, formação

docente e práticas pedagógicas, superando modelos fragmentados de ensino e fortalecendo uma educação científica comprometida com a transformação social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões desenvolvidas neste estudo demonstram que a aproximação entre a EA Crítica e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade representa uma possibilidade consistente para ampliar a compreensão das questões socioambientais no contexto educacional. Essa articulação supera perspectivas fragmentadas de ensino ao integrar dimensões científicas, sociais, políticas, éticas e ambientais presentes nos problemas contemporâneos.

Sob essa perspectiva, a educação passa a assumir um papel voltado à formação de sujeitos capazes de interpretar criticamente a realidade e participar de processos de tomada de decisão relacionados à ciência, tecnologia e ambiente. Nesse sentido, os desafios para a inserção da abordagem CTS na EA não se restringem à atuação docente, envolvendo também a formação de professores, a organização curricular, as concepções pedagógicas e as condições institucionais que orientam as práticas educativas.

No plano das contribuições práticas, o estudo reforça que a consolidação dessa perspectiva depende do fortalecimento da formação docente, visto que a incorporação dos pressupostos da abordagem CTS à EA exige processos formativos que possibilitem aos professores desenvolver práticas interdisciplinares e contextualizadas, superando modelos centrados na transmissão de conteúdos e na abordagem isolada das questões ambientais. Assim, a formação continuada e a autonomia docente constituem elementos fundamentais para ampliar a implementação de propostas educativas coerentes com os desafios socioambientais contemporâneos.

Como limitação, destaca-se o caráter bibliográfico da pesquisa, fundamentada na análise e articulação da produção científica sobre EA Crítica, abordagem CTS e formação docente. Embora essa opção metodológica tenha permitido identificar aproximações teóricas e discutir seus principais desafios, não possibilitou analisar experiências concretas desenvolvidas em contextos escolares específicos. Diante disso, sugere-se que pesquisas futuras privilegiem estudos empíricos em escolas públicas, analisando como os pressupostos da EA Crítica e da abordagem CTS são incorporados às práticas pedagógicas, aos processos formativos e à organização curricular. Investigações dessa natureza podem ampliar a compreensão sobre as

condições necessárias para efetivar propostas educativas comprometidas com a justiça socioambiental, a cidadania e a formação crítica dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, Henri. *Justiça ambiental e cidadania*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.
- AGGREY, John K. Collaborative Tensions and the Formation of Critical STS Communities in Pedagogical Development. *Humanity & Society*, v. 50, n. 1, p. 3-21, 2026.
- AIKENHEAD, Glen S. *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. Teachers College Press, 2006.
- APPLE, Michael. *Ideology and curriculum*. Routledge, 2004.
- ACSELRAD, Henri. *Justiça ambiental e cidadania*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2015.
- BARROS, M. R. M., CAVALCANTI, E. L. D. CTS e educação ambiental: Um diálogo possível?. *New Trends in Qualitative Research*, v. 17, p. e856-e856, 2023.
- BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCNs+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Ministério da Educação. **Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012**: Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Ministério da Educação, 2017.
- CARTAXO, J. W., DE FARIA GIROTTO, M. L. A., DE OLIVEIRA, L. D. M. M., DE OLIVEIRA PEREIRA, L., PEREIRA, M. S. S. A educação científica como ferramenta de cidadania. *Missioneira*, v. 27, n. 7, p. 143-155, 2025.
- CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**. Cortez, 2002.
- DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. - São Paulo: Gaia, 2010.
- FENSHAM, Peter. **Developments and dilemmas in science education**. Routledge, 2012.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Editora Paz e terra, 2014.

- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 95 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.
- FREIRE, P., SHOR, I. Medo e ousadia: o cotidiano do professor. 15 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.
- GARCIA, Carlos Marcelo; NARCISO, Isabel. **Formação de professores**: para uma mudança educativa. Porto: Porto Editora, 1999.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019
- GIROUX, Henry A. **Theory and resistance in education**: Towards a pedagogy for the opposition. 2024.
- GOODSON, Ivor. **Currículo**: teoria e história. 14 ed. Editora Vozes, 2013.
- HALISKI, A. M., HALISKI, A. G. Uma análise da Educação Ambiental em projetos e pesquisas a partir da perspectiva CTS. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 18, n. 7, p. 84-93, 2023.
- HENRIQUE, Brendan. Exploring critical CS teacher education program design through a science and technology studies approach. In: **Proceedings of the 56th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1**. 2025. p. 478-484.
- KAUANO, R. V., MARANDINO, M. Paulo Freire in science education: Trends and articulations between scientific literacy and the STSE Movement. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, p. 1-27, 2022.
- LACERDA, N. O. S., STRIEDER, R. B. Educação CTS e formação de professores: dimensões a serem contempladas a partir do modelo crítico-transformador. **Educação e Fronteiras**, v. 9, n. 25, p. 110-126, 2019.
- LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 11 ed. Petrópolis: Vozes, 2014.
- LOUREIRO, Carlos Fredetico B. Trajetória e fundamentos da educação ambiental. In: **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. 2004. p. 150-150.
- LOUREIRO, Carlos Frederico. **Educação ambiental**: questões de vida. São Paulo: Cortez, 2019.
- LUZ, Rodrigo. **Interfaces entre a Educação Ambiental e a Educação CTS e CTSA no Brasil**: possibilidades e limitações. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Brasil, 2019.
- LUZ, R., PRUDÊNCIO, C. A. V. Quando a educação ambiental e a educação CTS se encontram: Aspectos centrais de uma articulação crítica. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 11, 2024.
- MARQUES, S. G., NICOLETTI, E. R. Educação Ambiental e Educação CTS nos anos iniciais do Ensino Fundamental. In: **Anais... XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC ENPEC EM REDES**, 2021.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Trad. Eloá Jacobina. 30. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

NÓVOA, António. Os professores ea sua formação num tempo de metamorfose da escola. **Educação & Realidade**, v. 44, n. 3, p. e84910, 2019.

OLIVEIRA, L., NEIMAN, Z. Educação Ambiental no âmbito escolar: análise do processo de elaboração e aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 3, p. 36-52, 2020.

ORR, David W. **Earth in mind: On education, environment, and the human prospect**. Princeton University Press, 2004.

PINHEIRO, N. T. G., DA SILVA, S. M., SANTANA, E. B. A educação CTS na educação ambiental. In: **Anais... XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC ENPEC EM REDES**, 2021.

SANTOS, C. S., WATANABE, G. A perspectiva da complexidade e da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade para enriquecer uma proposta de aulas de natureza ambiental. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 3, p. 487-502, 2025.

SAUVÉ, Lucie. Educação Ambiental: possibilidades e limitações. **Educação e pesquisa**, v. 31, p. 317-322, 2005a.

SAUVÉ, Lucie. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, Michèle; CARVALHO, Isabel Cristina de Moura (org.). **Educação Ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

SILVA, R., TORRES-RIVERA, A. D., ALVES PEREIRA, V., REGIS CARDOSO, L., BECERRA, M. J. Critical environmental education in Latin America from a socio-environmental perspective: Identity, territory, and social innovation. **Sustainability**, v. 15, n. 12, p. 9410, 2023.

SOLOMON, Joan. **Teaching Science, Technology and Society. Developing Science and Technology Series**. Taylor and Francis, 1900 Frost Road, Suite 101, Bristol, PA 19007., 1993.

SOUSA SANTOS, Boaventura. **A gramática do tempo: para uma nova cultura política**. Autêntica Editora, 2021.

SPAZZIANI, M. D. L., RUMENOS, N. N., THOMÉ, I. M. Educação Ambiental e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: possíveis interlocuções. **Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)**, v. 12, n. 1, p. 229-251, 2022.

STERLING, Stephen; ORR, David. **Sustainable education: Re-visioning learning and change**. Totnes: Green Books for the Schumacher Society, 2001.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Editora Vozes Limitada, 2012.