Investigações em Ensino de Ciências (ISSN: 1518-8795)
2026, vol. 31, n. 3, pp. 541-574
https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci/2026v31n3p541

REVISÃO DA LITERATURA

Complementaridades entre a Educação CTS e Educação Ambiental Crítica na formação continuada de professores de Ciências: uma Revisão Sistemática de Literatura

Complementarities between STS Education and Critical Environmental Education in the Continuing Education of Science Teachers: A Systematic Literature Review

Deyse Danielle Souza Costa [a], Sebastião Rodrigues-Moura [b], Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida [a]

[a] Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGECM), Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Brasil; [b] Departamento de Ensino, Instituto Federal do Pará (IFPA), Ananindeua, Brasil.

Resumo. A presente investigação analisou as complementaridades entre a Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS) e a Educação Ambiental Crítica (EAC) na formação continuada de professores de Ciências no contexto brasileiro. O estudo foi realizado por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) em bases de dados oficiais - Portal de Periódicos da CAPES, Scielo, Scopus, Web of Science, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, além das atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e do Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental (EPEA), com base em critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, sem recorte temporal. A amostra resultou em três pesquisas em nível de dissertação, cujo *corpus* foi tratado à luz da Análise Textual Discursiva (ATD), evidenciando que, ao vincular as perspectivas científica e tecnológica da ECTS à Educação Ambiental Crítica, favorece-se a constituição de práticas investigativas e contextualizadas na formação continuada docente. Depreende-se, assim, que, embora ainda embrionárias no cenário acadêmico nacional, as investigações pautadas nessa perspectiva complementar indicam avanços e configuram um campo fértil para pesquisas futuras. Implica-se, portanto, a necessidade de ampliar estudos e práticas que fortaleçam a abordagem integrada ECTS-EAC, de forma crítico-emancipatória.

Palavras-chave: Educação Ambiental Crítica, Educação CTS, Formação continuada de professores.

Submetido em 12/02/2026
Aceito em 28/10/2026
Publicado em 13/11/2026

Abstract. This investigation analyzed complementarities between Science, Technology and Society Education (STSE) and Critical Environmental Education (CEE) continuing education for science teachers in the Brazilian context. The study was conducted through a Systematic Literature Review (SLR) in official databases — CAPES Periodicals Portal, SciELO, Scopus, Web of Science, Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), CAPES Theses and Dissertations Catalog — as well as the proceedings of the National Meeting on Research in Science Education (ENPEC) and the Meeting on Research in Environmental Education (EPEA), based on previously defined inclusion and exclusion criteria, without temporal delimitation. The sample resulted in three master's-level studies, whose *corpus* was treated in light of Discursive Textual Analysis (DTA), showing that linking STSE scientific and technological perspectives to Critical Environmental Education fosters investigative and contextualized practices in continuing teacher education. It is thus inferred that, although still incipient in the national academic scenario, investigations grounded in this complementary perspective indicate advances and constitute fertile ground for future research. Therefore, expanding studies and practices that strengthen the STSE–CEE linkage in this field in a critical-emancipatory manner is necessary.

Keywords: Critical Environmental Education, STS Education, Continuing teacher training.

Contatos: daysecosta13@gmail.com; sebastiao.moura@ifpa.edu.br; anacrispimentel@gmail.com

Introdução

Nas últimas décadas, vem se consolidando uma compreensão mais complexa das relações entre o papel da ciência, tecnologia e suas implicações na sociedade, de modo a superar as visões lineares e positivistas que, historicamente, predominaram o campo científico (Santos & Mortimer, 2002; Santos & Schnetzler, 2010). É reconhecida que a ciência e a tecnologia (C&T) são construções sociais interdependentes, influenciadas por valores, interesses e contextos histórico-culturais diversos (Auler & Bazzo, 2001). Esse reconhecimento na área de Educação em Ciências tem impulsionado o surgimento de uma nova filosofia e sociologia da ciência, ao passar a evidenciar os limites, as responsabilidades éticas e as implicações sociais das práticas científicas e tecnológicas (Santos & Mortimer, 2002).

Historicamente, a partir do final da década de 1960 e início da de 70, os estudos de Bazzo et al. (2003) e Chrispino et al. (2013) mostram que o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) ganhou força por se configurar em torno da necessidade de diálogos mais intensos em torno das relações sociais da C&T, ao problematizar a produção e apropriação do conhecimento científico pelos sujeitos, enfatizar a alfabetização científica e tecnológica (ACT) como eixo formativo e ganhar mais fôlego no Brasil a partir da década de 1990. É nessa perspectiva que os conceitos da ciência, articulados às interações com a tecnologia e as práticas sociais, passaram a ser tematizados tanto na Educação Básica quanto na formação de professores (inicial e continuada), como forma de desenvolver indivíduos socialmente conscientes.

Paralelamente, o movimento ambientalista, guiado pela força da mobilização popular, emergiu ao encontro do avanço ainda mais intenso do capital sobre os ecossistemas (Loureiro, 2012), o que influenciou fortemente o surgimento da Educação Ambiental e as concepções instauradas do movimento CTS. Nesse contexto, ambos os campos correspondem a dimensões educativas que se originaram nas organizações sociais - contraculturais, pacifistas e ambientalistas - que, naquele período, protagonizaram uma intensa mobilização popular contra a degradação socioambiental provocada por um modelo de desenvolvimento científico e tecnológico insustentável (Santos & Schnetzler, 2010).

O percurso do movimento CTS foi se ressignificando e assumindo diferentes configurações no campo educacional, constituindo-se como um campo marcado pela pluralidade de concepções e formas de inserção curricular. No Brasil, a partir da década de 1970, os currículos passaram a incorporar compreensões da ciência e da tecnologia vinculadas aos contextos econômicos, políticos e sociais, avançando posteriormente para propostas voltadas à problematização de suas implicações na sociedade (Santos & Mortimer, 2002).

Sob essa perspectiva, considera-se que o cenário polissêmico instaurado no atual contexto educacional brasileiro apresenta uma diversidade de abordagens que demarcam fronteiras teórico-práticas no campo da Educação Ambiental. Diante de tal profusão de enfoques, não se tem como utilizar Educação Ambiental de forma genérica, faz-se necessário afirmar que tipo de Educação Ambiental está se defendendo (Layrargues, 2004). Pondera-se então, no âmbito desta investigação, que a demarcação e a utilização do termo “Educação Ambiental Crítica (EAC)”, se fazem fundamentais.

A vertente crítica da EA fundamenta-se na Teoria Crítica, oriunda da Escola de Frankfurt, na Alemanha (base marxista), que se desenvolveu sob análises aprofundadas da realidade, ao buscar caminhos para transformações sociais. Por meio desta teoria originaram-se as pedagogias críticas que compreendem a educação como um instrumento de emancipação, libertação, exercício da cidadania e mobilização coletiva para o enfrentamento das relações e estruturas opressoras presentes nas sociedades (Loureiro, 2005).

A EAC, nesse cenário, emerge como um campo com forte potencial formativo, ao promover uma visão sistêmica e integradora do meio ambiente. Caracteriza-se por uma dimensão ampla da percepção dos sujeitos, que passam a considerar, além dos aspectos científicos, também os valores éticos, filosóficos e cotidianos nas suas relações com o mundo natural e social. Tal perspectiva está profundamente imbricada a ACT e a formação de uma cidadania ambiental e politicamente ativa (Loureiro & Lima, 2009). Sob este contexto, considera-se que o professor deva ser protagonista e autônomo em suas ações, ao planejar e desenvolver práticas com base no estudo da realidade da escola e nos pressupostos de uma Educação Ambiental Crítica e Transformadora (Lorenzetti, 2008).

No âmbito educacional, a distinção entre CTS e CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) decorre, sobretudo, da explicitação da dimensão ambiental no segundo enfoque, incorporada com o propósito de conferir maior centralidade às implicações socioambientais associadas ao desenvolvimento da C&T. Embora essa ampliação favoreça a problematização das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente, a EAC constitui um campo teórico mais amplo e complexo, por compreender o ambiente como espaço de relações históricas, sociais, políticas, econômicas e culturais e ao problematizar as desigualdades e os conflitos que atravessam essas relações (Santos et al., 2020). Assim, neste estudo, opta-se pela denominação Educação CTS (ECTS), compreendendo a EAC como campo próprio e complementar, cuja densidade crítica amplia a análise das questões socioambientais sem reduzi-la à dimensão ambiental incorporada ao acrônimo CTSA.

As duas perspectivas críticas primam por abordagens educacionais que se coloquem a partir de uma leitura avaliativa da sociedade capitalista e dos mecanismos que mantêm a realidade sob a lógica da mercantilização da vida. Há também um contraponto a concepções e práticas que negam ao ser humano o papel de sujeito de sua própria história (Freire, 1991, p. 16), plenamente capaz de intervir nela e de construir, de forma autônoma, seus próprios caminhos de liberdade e reconhecimento do outro (Luz, 2024). Por essa ótica, o constante processo formativo dos professores em diversas áreas e, para efeito desta investigação, mostra-se fundamental. Diversas instituições internacionais como a UNESCO (1977) reconhecem, há quase meio século, a urgência de formação continuada de professores em Educação Ambiental como estratégia fundamental para enfrentar os desafios da crise ambiental global.

Na literatura atual, estudos de Loureiro e Lima (2009), Martins e Oliveira (2015), Alves e Fonseca (2018), Sant'anna et al. (2019), Santos et al. (2020), Silveira et al. (2002), Culpi et al. (2024) e Nascimento e Holanda (2026) representam um estado do conhecimento das produções brasileiras que desenvolvem diálogos, aproximações, articulações e interfaces entre a ECTS e a EAC, desde perspectivas teóricas a propostas de sala de aula, por vezes um campo se sobressaindo em detrimento ao outro ou como perspectivas equivalentes para

tratar de CTSA. No entanto, uma lacuna importante emerge dessa análise, pois os trabalhos contribuem teoricamente com a formação docente em geral (sem especificar claramente se inicial ou continuada), o que desafia pesquisadores a desenvolver estratégias eficazes que busquem novas concepções e objetos de estudo. Nesses termos, ao lidar com a formação continuada de professores de Ciências, não se observa na literatura, mesmo a mais recente, uma densidade teórica que sustente esse debate, de forma complementar aos campos.

Nesse contexto, aponta-se para a formação continuada de professores de Ciências para se tornar um espaço privilegiado ao fortalecimento das abordagens críticas. Para além de ações pontuais ou de caráter meramente técnico, deve ser concebida como parte integrante de um processo formativo permanente, que ressignifique conteúdos, metodologias, sujeitos e finalidades da prática docente (Imbernón, 2009). Compreende-se ainda, que a perspectiva formativa do professor, orientada para uma práxis pedagógica (Freire,1996), contribui para a construção de sua identidade profissional, na qual a formação docente não deve restringir-se a uma atualização de conteúdos prontos e descontextualizados, mas precisa estar ancorada em processos de reflexão crítica, nos quais o professor constrói conhecimentos e teorias a partir de sua própria prática.

Por considerar esse panorama, justifica-se este estudo como uma investigação que visa analisar as complementaridades entre a ECTS e a EAC na formação continuada de professores de Ciências no contexto brasileiro. Ao correlacionar as perspectivas da C&T, bem como seus desdobramentos na sociedade e no meio ambiente, implica favorecer uma abordagem crítica e reflexiva, que vise ampliar o olhar de professores sobre as problemáticas socioambientais contemporâneas e fortalecer seu papel como agentes ativos na formação de sujeitos capazes de compreender e intervir no mundo de maneira ética, responsável e contextualizada. Como distinção terminológica, a definição epistemológica de Complementaridades ECTS-EAC reside na relação profunda de reciprocidade e interdependência que preserva a autonomia e as especificidades identitárias de cada campo, a ser operacionalizada em quatro dimensões: político-pedagógica, epistemológica, curricular-metodológica e sócio-pedagógica (formativa).

Esse arcabouço teórico permite compreender com maior profundidade como a inter-relação ECTS-EAC no contexto da formação continuada de professores de Ciências é capaz de enriquecer os processos formativos, fortalecer a criticidade, a participação e a prática docente, para que se tornem mais contextualizadas e socialmente comprometidas. Nesse sentido, é assumida a seguinte questão de investigação: Em que termos se caracterizam as complementaridades evidenciadas em pesquisas que articulam ECTS-EAC em processos de formação continuada de professores de Ciências no contexto brasileiro?

A ênfase na formação continuada de professores de Ciências se justifica pelo seu papel estratégico e permanente no aprimoramento da atuação dos professores frente às complexas demandas educativas do tempo presente e com olhares para o futuro sobre o meio ambiente. Ao focar neste campo formativo, busca-se aprofundar a compreensão sobre estratégias que contribuam para a ressignificação de práticas pedagógicas, para a promoção e apropriação crítica dos saberes científicos e tecnológicos em diálogo com os territórios e saberes locais.

Investigar evidências de complementaridades ECTS-EAC na formação continuada de professores de Ciências oferece subsídios valiosos para docentes, pesquisadores e formuladores de políticas públicas interessados em qualificar a formação de professores e promover práticas comprometidas com a justiça socioambiental. Para este estudo, objetivou-se analisar as complementaridades ECTS-EAC na formação continuada de professores de Ciências no contexto brasileiro evidenciadas por pesquisas da área. Têm-se os seguintes objetivos específicos: (i) Identificar e compreender tramas e tensões que emergem das complementaridades ECTS-EAC em processos de formação continuada de professores de Ciências; e, (ii) investigar manifestações de complementaridades acerca das possibilidades de transição da prática acrítica à práxis transformadora na constituição de uma formação crítica de professores.

Esse artigo está organizado em seções: após a introdução, apresentam-se os fundamentos e definições de complementaridades ECTS-EAC; em seguida, são explicitados os procedimentos metodológicos da Revisão Sistemática de Literatura, por meio de critérios, bases consultadas e a Análise Textual Discursiva como metodologia de pesquisa para a análise dos dados; na sequência, os resultados são expostos a partir de duas categorias, uma estruturada *a priori* e a segunda emergente da interpretação dos dados, evidenciando alinhamentos possíveis das complementaridades ECTS-EAC na formação docente. Na sequência, são trazidas perspectivas críticas que sistematizam as contribuições do estudo para o fortalecimento da formação continuada de professores de Ciências, destacando potencialidades, limites e perspectivas futuras. Por fim, apresentam-se as referências que fundamentam a pesquisa e reforçam a relevância do tema para o cenário educacional brasileiro contemporâneo.

Da ECTS-EAC às Complementaridades ECTS-EAC na formação continuada de professores de Ciências: emergências e definições

A ECTS constitui-se a partir da problematização das relações entre produção científico-tecnológica e vida social, contrapondo-se às concepções de ciência e tecnologia como atividades neutras, autônomas e associadas linearmente ao progresso. No campo educacional, essa perspectiva desloca o ensino de Ciências da transmissão descontextualizada de conceitos para a compreensão das implicações sociais, políticas, econômicas, ambientais e éticas da ciência e da tecnologia, tendo como horizonte a alfabetização científica e tecnológica, a participação social e a tomada de decisões diante de problemas socialmente relevantes (Auler, 2007; Bazzo et al., 2003; Santos & Mortimer, 2000). Nessa perspectiva, o conhecimento científico é compreendido como produção humana historicamente situada e atravessada por valores, interesses e escolhas. Essa compreensão encontra respaldo em Loureiro e Lima (2009), que reconhecem na relação entre Educação Ambiental Crítica e Educação Científica orientada pelo enfoque CTS possibilidades para uma educação crítica e reflexiva, capaz de articular conhecimentos científicos e socioambientais e ampliar as condições de participação dos sujeitos diante das implicações da ciência e da tecnologia.

As diferentes formas de inserção da ECTS no currículo foram sistematizadas por Aikenhead (1994) em oito categorias conceituais, organizadas em um espectro progressivo segundo a centralidade atribuída às relações CTS em comparação aos conteúdos científicos tradicionais. Nas categorias iniciais, os conteúdos CTS aparecem de maneira periférica ou complementar; progressivamente, passam a orientar a seleção e a organização dos conhecimentos científicos, até propostas nas quais questões sociais e tecnológicas assumem centralidade curricular. Trata-se de uma classificação descritiva, e não de uma hierarquização valorativa das propostas. Ao retomarem essa sistematização no contexto brasileiro, Santos e Mortimer (2000) evidenciam a diversidade das configurações curriculares CTS/CTSA e a necessidade de superar inserções meramente ilustrativas ou motivacionais.

Nessa perspectiva, a Educação Ambiental constitui um campo heterogêneo, constituído por distintas concepções de ambiente, educação e sociedade. No contexto brasileiro, Layrargues e Lima (2014) identificam as macrotendências conservacionista, pragmática e crítica, que expressam diferentes formas de compreender e enfrentar a problemática ambiental, assim como foi observado no estudo de Rodrigues et al. (2026). Enquanto as duas primeiras tendem a privilegiar comportamentos individuais, conservação de recursos ou respostas técnico-operacionais, a EAC dirige sua atenção aos processos históricos, econômicos, políticos e culturais associados à produção das desigualdades e dos conflitos socioambientais. Assim, a crise ambiental deixa de ser interpretada exclusivamente como consequência de comportamentos inadequados e passa a ser analisada a partir das relações sociais e de poder que condicionam formas desiguais de apropriação da natureza e de exposição aos impactos ambientais (Guimarães, 2004; Layrargues & Lima, 2014; Loureiro, 2012).

Ainda por essa ótica, o ambiente é compreendido como espaço relacional no qual natureza, sociedade, cultura, economia e política se constituem mutuamente. A EAC assume, portanto, caráter político-pedagógico ao articular formação, participação, justiça socioambiental e transformação das condições concretas de existência. Essa compreensão aproxima-se da concepção freireana de educação como prática dialógica e problematizadora, na qual os sujeitos constroem conhecimentos a partir da leitura crítica do mundo e de sua inserção histórica nele (Freire, 1996). Contextualizar, sob esse enfoque, não corresponde apenas a aproximar conteúdos escolares do cotidiano, mas a transformar problemas concretos em objetos de investigação, interpretação e ação coletiva. Sant'Ana, Sales e Bomfim (2019), ao relacionarem EAC e CTS a partir da problemática do consumo, evidenciam justamente a necessidade de compreender de forma integrada as relações entre processos produtivos, trabalho, desenvolvimento científico-tecnológico, padrões de consumo e exploração ambiental, evitando interpretações que responsabilizem exclusivamente as escolhas individuais pelos problemas socioambientais.

A criticidade requer ainda superar a fragmentação dos conhecimentos e as interpretações naturalizantes das questões socioambientais. Guimarães e Vasconcellos (2006) problematizam a permanência de uma "armadilha paradigmática" capaz de reproduzir práticas fragmentadas mesmo quando apresentadas como ambientalmente comprometidas. Interdisciplinaridade e contextualização assumem, assim, dimensões epistemológicas e políticas ao possibilitarem a articulação entre conhecimentos científicos, experiências sociais,

conflitos, valores e diferentes saberes na compreensão e intervenção sobre realidades complexas. Nesse sentido, Martins e Oliveira (2015), ao investigarem concepções e práticas relacionadas à biodiversidade no contexto escolar, demonstram a relevância de propostas educativas construídas a partir dos sujeitos e de seus contextos, capazes de ultrapassar abordagens estritamente biológicas e incorporar dimensões sociais, culturais, econômicas e políticas. O caráter participativo dessas práticas reforça que uma EAC crítica não se limita à transmissão de conceitos ambientais, mas implica produzir condições para problematização, posicionamento e participação.

A articulação entre ECTS e EAC requer uma concepção de formação docente de Ciências que ultrapasse modelos centrados na atualização de conteúdos e no treinamento para aplicação de métodos. A formação continuada é compreendida como processo permanente, reflexivo e situado de desenvolvimento profissional, no qual professores participam da interpretação e reconstrução de suas próprias práticas (Imbernón, 2009; Nóvoa, 2010). Essa perspectiva ganha especificidade no campo do ensino de Ciências, no qual a formação precisa problematizar simultaneamente conhecimentos científicos, concepções de ensino e aprendizagem e as implicações sociais da própria atividade científica.

Carvalho e Gil-Pérez (2011) argumentam que a formação de professores de Ciências demanda uma profunda transformação das concepções e práticas docentes, superando visões simplistas segundo as quais o domínio do conteúdo científico e algumas técnicas pedagógicas seriam suficientes para ensinar. Os autores propõem uma formação que articule conhecimento da matéria, questionamento das concepções docentes de “senso comum”, compreensão teórica da aprendizagem das Ciências, análise crítica do ensino tradicional, planejamento de situações de aprendizagem, acompanhamento do trabalho dos estudantes, avaliação e aproximação entre ensino e pesquisa didática. Nessa perspectiva, o professor deixa de ser mero transmissor ou aplicador de prescrições externas e passa a constituir-se como sujeito investigativo, capaz de analisar criticamente sua ação e reconstruí-la coletivamente.

Esse entendimento converge com a defesa de processos formativos colaborativos e vinculados aos problemas reais da escola. Imbernón (2009) atribui centralidade à reflexão compartilhada, à investigação da prática e à construção coletiva de respostas às situações vivenciadas, enquanto Nóvoa (2010) enfatiza a participação dos professores na construção de seus próprios percursos profissionais. Sob uma orientação freireana, essa formação assume dimensão de práxis, articulando reflexão e ação e favorecendo autonomia intelectual, diálogo e problematização das condições sociais, curriculares e institucionais em que a docência se realiza (Freire, 1996). Na formação continuada de professores de Ciências, isso implica criar condições para que questões científico-tecnológicas e socioambientais sejam tomadas como problemas formativos vinculados à escola, aos estudantes e ao território.

Experiências empíricas reforçam essa possibilidade. Alves e Fonseca (2018), ao utilizarem a controvérsia controlada acerca da transposição do rio São Francisco com professores em processo de formação, identificaram inicialmente concepções ingênuas e relacionadas à neutralidade da ciência, da tecnologia e das relações com a natureza. O desenvolvimento de leituras, debates e argumentações em torno da controvérsia favoreceu a problematização

dessas compreensões e evidenciou a potencialidade de questões sociocientíficas para articular dimensões científicas, ambientais, políticas, econômicas e sociais. Esse resultado é particularmente relevante para a formação continuada, pois demonstra que a relação entre ECTS e EAC pode ganhar materialidade por meio de estratégias formativas que coloquem os professores diante de controvérsias reais e os mobilizem a revisar concepções previamente naturalizadas.

Entretanto, a existência de pressupostos compartilhados não implica integração automática entre os campos. Santos, Affonso e Kataoka (2020), ao investigarem as contribuições da EAC para a abordagem CTSA, identificaram diferenças importantes e um distanciamento entre ambas nas práticas analisadas, com predominância de perspectivas ambientais conservacionistas e pragmáticas e inserções pouco substantivas das relações CTS. Em direção semelhante, Silveira et al. (2023), ao analisarem produções do ENPEC entre 2011 e 2019, constataram que, dentre 45 trabalhos CTSA selecionados para análise, apenas dez apresentavam possibilidades mais evidentes de aproximação com a EAC. Esses achados indicam que compartilhar objetos, temas ou determinadas finalidades educativas não assegura, por si só, uma integração epistemologicamente consistente. Ao contrário, reforçam a necessidade de explicitar quais relações são estabelecidas, em que níveis ocorrem e o que cada campo acrescenta à compreensão do outro.

É a partir dessa problemática que, neste estudo, as **Complementaridades ECTS-EAC** são definidas, por meio de uma proposição conceitual e epistemológica, como relações de reciprocidade e interdependência capazes de preservar a autonomia e as especificidades identitárias de cada campo. As complementaridades emergem quando ferramentas analíticas, conceitos ou perspectivas de um campo preenchem lacunas, tensionam limites ou expandem os horizontes interpretativos do outro, sem pressupor fusão teórica. Essa estrutura terminológica distingue-se de **aproximações**, compreendidas como relações associadas a paralelismos históricos ou pressupostos amplos; de **articulações**, vinculadas a enlaces pontuais, metodológicos ou temáticos; de **convergências**, referentes a pontos de concordância em determinadas agendas ético-políticas; e de **interfaces**, entendidas como zonas de fronteira, contato ou tensão que podem ser mediadas por um terceiro elemento.

Nesse arcabouço teórico, a ECTS problematiza especialmente os processos de produção da C&T, sua não neutralidade e a participação democrática na tomada de decisões, enquanto a EAC aprofunda a análise das relações de poder, das desigualdades, dos conflitos e da justiça socioambiental. As Complementaridades ECTS-EAC constituem, portanto, uma sinergia sem fusão obrigatória, estabelecida por uma relação dialética que preserva a autonomia identitária dos campos e amplia mutuamente sua capacidade analítica e formativa. Como forma de conferir maior precisão ao constructo, são definidas quatro dimensões, acompanhadas de indicadores que permitem reconhecer essas relações:

1. **Dimensão político-pedagógica:** refere-se ao diálogo entre finalidades educativas orientadas à formação cidadã, à participação social, à emancipação e à justiça socioambiental. É reconhecida em propostas que problematizam visões neutras, deterministas ou utilitaristas da C&T e do ambiente e compreendem o ensino como

prática social comprometida com a democratização das decisões, a leitura crítica da realidade e a transformação das condições socioambientais.

2. **Dimensão epistemológica:** corresponde à relação entre os fundamentos teóricos dos campos e à possibilidade de reorganização dos modos de compreender ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Diferencia-se do simples acréscimo terminológico, como CTS/CTSA ou EA/EAC, e é reconhecida quando propostas formativas tornam indissociáveis a produção científico-tecnológica, as relações de poder, os processos históricos, os interesses sociais e as desigualdades socioambientais.
3. **Dimensão curricular-metodológica:** diz respeito aos desenhos curriculares, estratégias pedagógicas e instrumentos didáticos capazes de materializar o diálogo entre os campos. Pode ser reconhecida na problematização de questões sociocientíficas, controvérsias, temas socioambientais, estudos do território e propostas interdisciplinares contextualizadas às experiências dos sujeitos. Os resultados de Alves e Fonseca (2018) exemplificam essa dimensão ao demonstrarem como uma controvérsia socioambiental concreta pode deslocar concepções de neutralidade e favorecer processos argumentativos e reflexivos no ensino de Ciências.
4. **Dimensão sociopedagógica ou formativa:** relaciona-se à organização das dinâmicas espaço-temporais da formação docente e ao lugar ocupado pelos professores no processo formativo. É reconhecida em ações de colaboração profissional, trabalho coletivo, pesquisa colaborativa ou participante, investigação da própria prática e reflexão crítica, procurando superar o isolamento docente e fortalecer a autonomia pedagógica. Nessa direção, Martins e Oliveira (2015) sinalizam a potência de processos participativos na construção de propostas educativas, enquanto Culpi et al. (2024) ressaltam que estratégias pedagógicas e ações específicas de formação docente são condições relevantes para que perspectivas críticas de EA e ECTS possam efetivamente comparecer às práticas educativas.

O estabelecimento terminológico, epistemológico e operacional das Complementaridades ECTS-EAC contribui, assim, para conferir maior precisão à compreensão de suas possibilidades na formação continuada de professores de Ciências, evitando o emprego indiscriminado de expressões tomadas como sinônimas e que podem ocultar diferentes níveis de relação entre os campos. Esse rigor não se restringe a uma distinção semântica, mas decorre do reconhecimento de que ECTS e EAC possuem trajetórias, objetos privilegiados e fundamentos próprios e, portanto, não devem ser tratadas como perspectivas equivalentes. Seus encontros situam-se especialmente na crítica à neutralidade do conhecimento, na valorização da contextualização e da participação social e na problematização de modelos de desenvolvimento que naturalizam impactos e desigualdades sociais e ambientais. Farias e Freitas (2007) já salientavam que esses campos se constituíram de maneira relativamente autônoma, produzindo identidades e discursos que possibilitam encontros, mas também tensões. Reconhecer essa autonomia é condição para pensar suas complementaridades sem apagar suas especificidades epistemológicas.

A produção mais recente reforça essa necessidade de preservação das identidades ao mesmo tempo que reconhece o potencial de diálogo. Culpi et al. (2024) identificam semelhanças

entre EAC e CTSA, mas ressaltam que sua presença conjunta nas práticas educativas depende de estratégias pedagógicas e de processos de formação de professores. Esse entendimento contribui para distinguir complementaridade de equivalência: a existência de princípios compartilhados não dissolve as diferenças teóricas, mas pode criar condições para que um campo interrogue e amplie o outro.

As Complementaridades ECTS-EAC, contudo, não ocorrem de maneira automática. Propostas ECTS podem limitar-se à contextualização de conteúdos ou à discussão dos efeitos posteriores da ciência e da tecnologia, sem questionar os interesses, relações de poder e modelos de desenvolvimento que orientam sua produção. Do mesmo modo, práticas de EAC podem permanecer vinculadas a perspectivas conservacionistas ou pragmáticas, mesmo quando mobilizam discursos de participação e sustentabilidade (Layrargues & Lima, 2014; Santos et al., 2020). As evidências encontradas por Silveira et al. (2023) corroboram essa compreensão ao demonstrarem que a presença de CTSA nas pesquisas não corresponde necessariamente à incorporação de fundamentos da EAC. As complementaridades entre os campos exigem, portanto, mais que a justaposição de temas científicos e ambientais: pressupõem coerência epistemológica e político-pedagógica para relacionar a não neutralidade da C&T, a justiça socioambiental, o diálogo, a interdisciplinaridade e a participação social.

Essa exigência torna-se ainda mais significativa quando situada no campo da formação docente. Nascimento e Holanda (2026) identificam como desafios para relações entre EAC e CTS a fragmentação curricular, as limitações formativas para o trabalho interdisciplinar, a permanência de modelos pedagógicos tradicionais e condicionantes institucionais que restringem práticas inovadoras. Tais elementos demonstram que a construção de propostas críticas não depende exclusivamente da adesão individual dos professores, mas envolve condições epistemológicas, curriculares, formativas e institucionais. Essa leitura dialoga diretamente com as dimensões aqui propostas, sobretudo ao evidenciar que a complementaridade necessita atravessar simultaneamente os fundamentos que orientam o conhecimento, a organização curricular, as estratégias metodológicas e os processos de desenvolvimento profissional.

É nessa perspectiva que as Complementaridades ECTS-EAC se tornam particularmente relevantes para a formação continuada de professores de Ciências. Em vez de produzir uma fusão entre os campos, essa relação possibilita tensionar seus limites e ampliar suas potencialidades formativas, favorecendo processos nos quais os professores possam investigar a própria prática e problematizar coletivamente as relações entre ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e território. A formação continuada constitui-se, assim, como espaço privilegiado para transformar esses fundamentos em reflexão, participação e reconstrução curricular, desde que seja organizada como processo crítico, colaborativo e contextualizado, e não como mera transmissão de prescrições. Nessa direção, Loureiro e Lima (2009) já indicavam o caráter produtivo da interface entre Educação Ambiental Crítica e Educação Científica CTS; Alves e Fonseca (2018) demonstram sua possibilidade em processos formativos; e estudos mais recentes evidenciam tanto as potencialidades quanto os

obstáculos epistemológicos, curriculares e institucionais à sua efetivação (Culpi et al., 2024; Luz & Prudêncio, 2024; Nascimento & Holanda, 2026).

Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa, de abordagem qualitativa (Minayo, 2017), foi desenvolvida por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), conforme Ramos et al. (2014), com o propósito de identificar e analisar os resultados de múltiplos estudos, para condensar e apresentar o que há de mais relevante e consistentes na literatura sobre as Complementaridades ECTS-EAC na formação continuada de professores de Ciências no contexto nacional.

Reconhece-se a RSL como uma estratégia metodológica eficaz para reunir evidências sobre a efetividade e os impactos de intervenções embasadas nas Complementaridades ECTS-EAC, por meio de suas dimensões, em contextos de formação continuada de professores de Ciências, tal como propõem Sampaio e Mancini (2007). Considera-se que foi seguido um protocolo metodológico rigoroso para garantir a organização e a coerência na análise dos dados que emergem do processo.

Além disso, foram seguidas diretrizes quanto à definição de critérios e à escolha dos procedimentos metodológicos, para garantir a qualidade e a confiabilidade do processo. Foram aplicadas estratégias transparentes para reduzir vieses e assegurar a seleção de estudos relevantes e de qualidade, com o objetivo de identificar, analisar e sintetizar os principais resultados relacionados ao tema central da investigação (Ramos et al., 2014). Assim, contribui-se para a implementação de práticas baseadas em evidências e apoia a identificação de possibilidades e limitações no contexto educacional brasileiro.

A etapa do levantamento inicial dos dados ocorreu entre novembro de 2024 e julho de 2025, com posterior atualização entre 10 e 15 de agosto de 2026. As estratégias de busca foram ajustadas às especificidades de cada repositório, utilizando combinações de descritores relacionados à ECTS, à EAC e à formação continuada de professores de Ciências, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Matriz expandida dos descritores e suas variações

Conceitos centrais da pesquisa	Descritores e variações
Educação Ambiental Crítica	"Educação Ambiental Crítica" e "EAC"
Educação CTS	"Ciência, Tecnologia e Sociedade", "Educação CTS", "ECTS" e "CTS"
Formação continuada de professores de Ciências	"formação de professores", "formação docente" e "formação continuada"

Nota: Foram incluídas todas as variações possíveis, conforme a literatura, e no escopo do objeto de pesquisa. Não usamos o acrônimo CTSA pelo aporte teórico defendido neste artigo e pelo fato de o descritor CTS abarcá-lo em buscas.

A partir da definição desses descritores, por campo conceitual, ilustrou-se a Tabela 2, a qual demonstra a organização da RSL, a partir do modelo proposto por Ramos et al. (2014).

Tabela 2. Organização da RSL

Tópico	Descrição
Âmbito da pesquisa	A pesquisa foi realizada nas bases de dados da Scientific Electronic Library Online (SciELO), Scopus, Web of Science, Portal de Periódicos da CAPES, nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e do Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental (EPEA), da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.
Equações de pesquisa	Devido a diferença de comportamento das bases, foram usados mecanismos distintos, conforme os apêndices. Scielo, Scopus, Web of Science, Portal de Periódicos da CAPES, BDTD e Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (Apêndice 1) Eventos ENPEC e EPEA (Apêndice 2)
Critérios de Inclusão	(1) pesquisas que investigaram perspectivas teórico e/ou metodológicas da ECTS em processos de formação continuada de professores correlacionadas à EAC; (2) pesquisas que analisam a formação continuada de professores de Ciências com foco nas Complementaridades ECTS-EAC; e, (3) pesquisas que discutem fundamentos, conceitos, abordagens ou tendências teórico-metodológicas sobre a ECTS com a EAC no campo da formação continuada de professores de Ciências no contexto brasileiro.
Critérios de Exclusão	(1) pesquisas que abordam exclusivamente a formação inicial de professores; (2) pesquisas desenvolvidas em contextos não escolares que não estabelecem relação com processos de formação continuada docente; e, (3) pesquisas que não discutem a ECTS articulada à EAC no campo da formação continuada de professores de Ciências no contexto brasileiro.
Critérios de validade metodológica	Dois revisores realizaram, de forma independente, a triagem das pesquisas com base nos títulos, palavras-chave e resumos, seguindo os critérios de elegibilidade previamente definidos.
Tratamento de dados	Os dados resultantes do protocolo foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), metodologia de pesquisa que possibilitou a construção de categorias a partir do *corpus*.
Resultados	A sistematização dos dados foi realizada a partir do fluxograma PRISMA (Page et al., 2021), que detalha de maneira transparente e rigorosa as fases de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos selecionados.

Nota: A tabela sistematiza os principais componentes do protocolo da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), reunindo o âmbito da pesquisa, as equações de busca, os critérios de inclusão, exclusão e validade metodológica, bem como o tratamento e a sistematização dos dados.

Da Tabela 2, destaca-se que, por meio do *Acesso CAFe*[1], acessaram-se as bases de dados, com destaque para algumas nuances de cada uma delas. Assim, na SciELO, foram aplicados os operadores booleanos (AND, OR) para construir a equação de pesquisa. Devido às especificidades da *Scopus* e da *Web of Science* foi necessária a formulação de uma equação distinta, na qual considerou-se apenas o operador booleano (AND) e os descritores: "educação ambiental crítica", "formação de professores" e "CTS*", sem variações e/ou sinônimos. Nessas bases não foram utilizados filtros adicionais. Já no Portal de Periódicos da CAPES, realizamos pesquisas avançadas aplicando o filtro "Tipo de Material: Artigos".

No que se refere aos eventos acadêmicos, a busca foi adaptada à organização das respectivas atas. No ENPEC (14 edições disponíveis - 1997-2023) e no EPEA (12 edições disponíveis - 2001 - 2023), foram analisadas com base nos descritores já mencionados. Entretanto, utilizou-se a seguinte estratégia: (i) inicialmente buscou-se no título e palavras-chave os

[1] CAFe (Comunidade Acadêmica Federada): serviço de autenticação federada gerido pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, que permite o acesso remoto a conteúdos acadêmicos por meio das credenciais institucionais dos usuários.

seguintes descritores (Educação Ambiental Crítica, EAC, Formação de professores, Formação continuada e Formação docente); e, (ii) refinaram-se as buscas de acordo com os interesses da investigação, assim, foram lidos os resumos com a finalidade de encontrar algum dos seguintes descritores: Ciência, Tecnologia e Sociedade, CTS e CTSA. Na BDTD e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, realizou-se uma busca avançada que combinou três conjuntos de palavras-chave, um relacionado a Educação Ambiental Crítica, outro a Formação continuada de professores e o terceiro a Educação CTS.

A seleção das bases de dados foi orientada por sua relevância para a área de Ensino de Ciências e por sua capacidade de reunir estudos consistentes e metodologicamente qualificados. As bases *SciELO*, *Scopus*, *Web of Science* e o Portal de Periódicos da CAPES foram incluídas, dados seu reconhecimento nacional e internacional e a disponibilidade de artigos científicos com alto rigor metodológico, além da possibilidade de pesquisas avançadas.

As atas do ENPEC, por sua relevância para o debate científico na área, especialmente no que diz respeito à formação continuada de professores de Ciências e as abordagens críticas na Educação em Ciências, foram analisadas com foco em trabalhos completos publicados nos anais. De forma complementar, foram também incluídas as atas do EPEA, evento bianual que reúne pesquisadores dedicados aos estudos sobre Educação Ambiental, com o mesmo critério de análise de textos completos.

A BDTD e o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES foram incorporados ao levantamento por disponibilizarem exclusivamente trabalhos acadêmicos em nível de pós-graduação como dissertações de mestrado e teses de doutorado - em textos completos. No contexto desta pesquisa, que visa identificar e analisar as principais tendências teóricas e metodológicas que caracterizam as pesquisas sobre as Complementaridade ECTS-EAC na formação continuada de professores de Ciências no Brasil, a consulta a essas bases torna-se especialmente relevante, pois permite o acesso a produções mais aprofundadas e atualizadas, muitas vezes ainda não publicadas em periódicos, mas com alto potencial analítico e teórico.

Não foi aplicado nenhum recorte temporal nos levantamentos. Os estudos selecionados compuseram o *corpus* e foram analisadas por meio da ATD (Moraes & Galiazzi, 2016), desenvolvida em três etapas principais e interdependentes (Figura 1).

Os resultados foram organizados em duas categorias analíticas. A primeira, centrada nas dimensões político-pedagógica e epistemológica, evidenciou aproximações e tensões entre ECTS e EAC relacionadas à crítica à neutralidade da C&T, à participação social, à justiça socioambiental e à superação de concepções tecnicistas e fragmentadas. A segunda, voltada às dimensões curricular-metodológica e sociopedagógica, destacou as possibilidades de materialização dessas complementaridades por meio da interdisciplinaridade, da contextualização curricular, do trabalho coletivo, do diálogo e da investigação da própria prática, indicando caminhos para a transição de práticas acríticas à práxis transformadora.



Figura 1. ATD na Revisão Sistemática de Literatura

Resultados

As pesquisas selecionadas foram organizadas em uma planilha, na qual foram registrados os dados fundamentais como: título, autoria, ano de publicação, tipo de trabalho e a base de dados em que foram encontrados. Essa sistematização contribuiu para a organização do material e facilitou a identificação e exclusão de registros.

Com a finalidade de ilustrar de forma clara e objetiva as etapas percorridas no processo de revisão sistemática, desde a identificação inicial dos registros até a seleção final dos estudos incluídos, apresenta-se o fluxograma PRISMA (Page et al., 2021). Assim, a Figura 2 apresenta esse recurso gráfico, que visa demonstrar o compromisso com a transparência e o rigor metodológico que foram adotados ao longo da investigação.

Do exposto na Figura 1 com base nas pesquisas incluídas ao final do protocolo PRISMA, apresenta-se a Tabela 3, que reúne os 3 estudos selecionados para compor os estudos a serem analisados. Esses estudos estão dispostos segundo um código de identificação atribuído, acompanhados do título, autores, ano de publicação, instituição de vínculo da autora principal, abordagem do estudo e base de origem. A abordagem do estudo diz respeito à classificação dos trabalhos conforme sua finalidade principal, podendo ser:

- **Integradora e colaborativa:** formação + CTSA + Educação Ambiental são articuladas na construção de práticas pedagógicas.
- **Analítico-avaliativa e tecnológico-pedagógica:** analisa um recurso educacional digital e suas possibilidades para trabalhar Educação Ambiental no Ensino de Ciências.
- **Formativa, crítica e interdisciplinar:** utiliza a formação continuada como espaço para problematizar práticas docentes a partir da EAC e das relações CTSA.

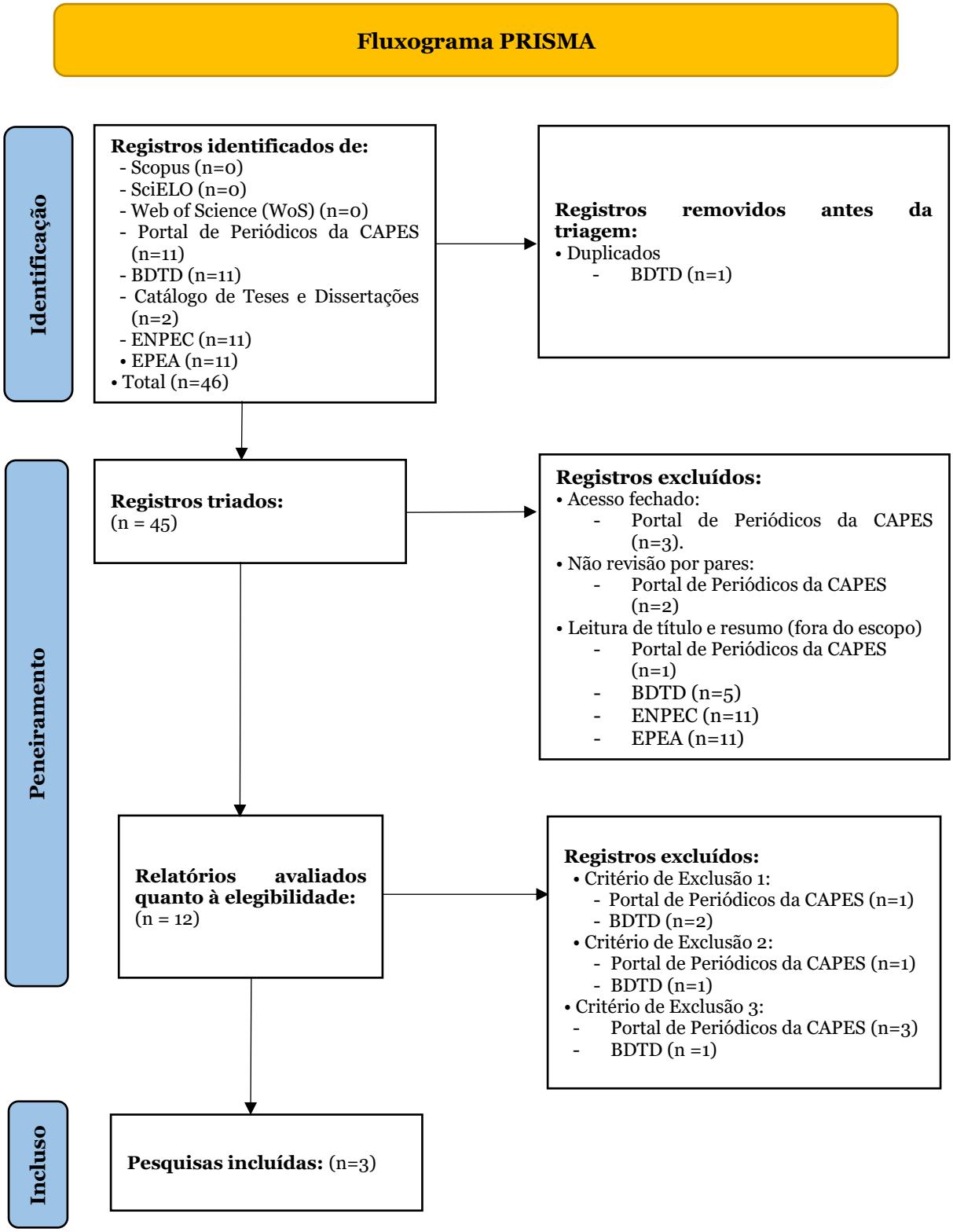


Figura 2. Fluxograma PRISMA (adaptado de Page et al., 2021)

Nota: A seleção e a elegibilidade detalhada podem ser conferidas no Apêndice 3 (Tabela 8).

Tabela 3. Caracterização dos estudos incluídos na Revisão Sistemática de Literatura.

Cód.	Título do Estudo	Autores (ano)	IES	Abordagem do Estudo	Base de Dados
D1	Formação coletiva e colaborativa de professores em serviço com foco na Educação Ambiental nos anos iniciais do Ensino Fundamental	Borges (2022)	UTFPR	Integradora e colaborativa	Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES
D2	A dimensão socioambiental das aulas de Ciências da plataforma interativa Educopédia: um estudo pelo olhar da Educação Ambiental Crítica	Passau (2012)	UFRRJ	Analítico-avaliativa e tecnológico-pedagógica	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)
D3	Educação Ambiental Crítica em contexto de formação continuada de docentes: reflexões e desafios em espaços escolares da rede municipal de ensino de Curitiba/PR	Cruz (2023)	UTFPR	Formativa, crítica e interdisciplinar	Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES

Nota: Identificamos os textos com códigos específicos para facilitar sua referência no processo de ATD. Assim, as dissertações receberam códigos de D1 a D3.

A presença de apenas três dissertações de mestrado no *corpus* final de análise não decorre de uma fragilidade ou superficialidade no levantamento dos estudos. Esse número é o resultado direto de um protocolo de busca rigoroso, conduzido sem recorte temporal, que cruzou de maneira concomitante três eixos conceituais muito específicos: (a) descritores bem definidos com base nos conceitos centrais da pesquisa; (b) critérios de inclusão rigorosos; e, (c) critérios de exclusão bem articulados ao escopo da pesquisa. O afunilamento rigoroso demonstra que a pesquisa buscou apenas produções com aderência epistemológica exata ao objeto de estudo, justificando o refino da amostra final. Ainda, destaca-se que escassez de estudos revela que a inter-relação das Complementaridades ECTS-EAC, embora reconhecida teoricamente como um campo conceitual fértil e potente para qualificar a ação docente, ainda se configura como uma área de investigação emergente e embrionária na produção acadêmica brasileira.

A partir da análise dos três estudos selecionados, buscou-se compreender como se manifesta nos entendimentos das pesquisadoras, a ECTS, a partir de suas perspectivas científicas e tecnológicas, em sua correlação com a EAC em diferentes processos de formação continuada de professores de Ciências. Na leitura e interpretação destes estudos, à luz dos pressupostos teórico-metodológicos da ATD (Moraes & Galiazzi, 2016), foram identificadas 115 Unidades de Sentido (US), resultantes da etapa de unitarização, além de 14 categorias iniciais, 4 categorias intermediárias e uma categoria final, vinculadas ao processo de categorização, conforme sistematizado na Tabela 4.

Os metatextos, que constituem os resultados da ATD, são resultantes da organização de duas categorias finais, nomeadamente:

1. Tramas e tensões das dimensões político-pedagógicas e epistemológicas nas Complementaridades ECTS-EAC na formação continuada de professores de Ciências (Categoria *a priori*); e,

2. Da prática acrítica à práxis transformadora: evidências das dimensões curricular-metodológica e sócio-pedagógica para a formação continuada de professores de Ciências (Categoria emergente).

Tabela 4. Processo de categorização do material empírico

Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias	Categoria final
C - Currículo construído de forma coletiva (3 US) **D -** Dimensão socioambiental da Educação CTS (11 US) **I -** Perspectiva interdisciplinar de processos formativos críticos (3 US) **CO -** Contextualização (4 US) **H -** Visão Humanística para as questões socioambientais (3 US)	**Categoria Intermediária 1** - Dimensão curricular interdisciplinar, contextualizada, e humanística para uma perspectiva crítica da Educação [C (3) + D (11)+ I (3) + CO (4) + H (3) = 24]	**Categoria Final -** [categoria intermediária 1 (24) + categoria intermediária 2 (21) + categoria intermediária 3 (24) + categoria intermediária 4 (40) = 115] **Da prática acrítica à práxis transformadora: evidências das dimensões curricular-metodológica e sócio-pedagógica para a formação continuada de professores de ciências**
FEAC - Formação em EAC (1 US) **EAC -** EAC (7 US) **DPEAC -** Dimensão política da EAC (11 US)	**Categoria Intermediária 2 -** Formação docente e práxis política em EAC [FEAC (3) + EAC (7) + DPEAC (11) = 21]	
PD - Prática docente isolada e acrítica (10 US) **CON -** Enfoque de EA Conservadora (5 US) **CTS_EAC -** Articulações entre CTS e EAC (9 US)	**Categoria Intermediária 3 -** Transição da prática acrítica para processos formativos críticos e integradores CTS-EAC [PD (10) + CON (5) + CTS_EAC (9) = 24]	
FTC - Formação tecnológica crítica (2 US) **FCC -** Formação continuada crítica (27 US) **FC -** Formação cidadã como princípio da EAC e da Educação CTS (9 US)	**Categoria Intermediária 4 -** Formação cidadã e tecnológica como princípio crítico da formação continuada docente [FTC (2) + FCC (27) + FC (9) = 40	

Nota: As categorias iniciais foram construídas a partir das unidades de análise identificadas no corpus, sendo posteriormente agrupadas por aproximação temática e conceitual em categorias intermediárias. Estas, por sua vez, convergiram para a categoria final, que sintetiza o movimento interpretativo da análise. Os valores entre parênteses indicam o quantitativo de US associado a cada categoria. Por ocupar muito espaço na definição das categorias, o Apêndice 4 (Tabela 9) o movimento, como um exemplo prático, o movimento analítico para a organização da Categoria Intermediária 1.

A opção pela estruturação mista de categorias, combinando uma categoria definida *a priori* e outra de caráter emergente, sustenta-se nas próprias diretrizes metodológicas da ATD, que admitem a complementaridade entre os movimentos dedutivo e indutivo no processo de categorização. Justifica-se a criação da categoria *a priori* pela necessidade de estabelecer um prisma teórico-analítico inicial capaz de interrogar o *corpus* a partir dos fundamentos identitários históricos de ambos os campos. Como a ECTS e a EAC se constituíram de maneira relativamente autônoma, produzindo discursos e identidades próprios, a definição prévia desta categoria impediu que a análise se diluísse em um ecletismo conceitual ou em meras descrições metodológicas. Desse modo, as dimensões voltadas às finalidades ético-políticas do ensino e centradas na reorganização dos modos de conhecer a tecnociência funcionaram como balizas teóricas indispensáveis para mapear as forças e os limites conceituais das produções analisadas antes do acolhimento das dinâmicas práticas e formativas que emergiram indutivamente do campo empírico.

Na categoria emergente, a transição das categorias iniciais para as intermediárias é sustentada por argumentos aglutinadores específicos que conferem unidade conceitual e direcionalidade analítica a cada agrupamento de US. A Categoria Intermediária 1 aglutinou-se sob o argumento de que a renovação do currículo de Ciências exige uma reorganização pedagógica que vincule de forma indissociável a interdisciplinaridade e a contextualização a uma sensibilidade humanística frente às problemáticas socioambientais, superando modelos transmissivos e fragmentados. Por ser uma análise muito densa e que ocupa muito espaço, o Apêndice 4 mostra esse movimento apenas para esta categoria como exemplo.

Em seguida, a Categoria Intermediária 2 estruturou-se em torno do argumento de que a formação de educadores em Educação Ambiental deve necessariamente vincular a reflexão conceitual à práxis política e à problematização das desigualdades reais do território, impedindo que o debate se despolitize em práticas meramente comportamentais.

Na Categoria Intermediária 3, o nexo aglutinador residiu na tese de que a superação da prática docente isolada e do ensino conservador requer propostas integradoras capazes de desvelar a não neutralidade da ciência e da tecnologia em estreito laço com a criticidade socioambiental.

Por fim, a Categoria Intermediária 4 foi regida pelo argumento de que o desenvolvimento profissional contínuo dos docentes deve assumir a apropriação tecnológica crítica e a cidadania participativa como eixos indissociáveis da autoformação e do fortalecimento da autonomia pedagógica.

Para a constituição da Categoria Final (emergente), o argumento aglutinador fundamentou-se na relação de indissociabilidade dialética entre a reorganização do desenho de ensino (o fazer pedagógico) e o fortalecimento do professor de Ciências como sujeito intelectual coletivo (o ser docente). Este argumento unificador postula que a travessia de uma prática escolar meramente reprodutora e instrumental para uma práxis comprometida com a emancipação não ocorre por simples adesões metodológicas individuais ou pelo fascínio técnico por recursos digitais. Em vez disso, a síntese final demonstra que a inovação curricular orientada por problemas reais do território vivido (esboçada nas Categorias Intermediárias 1 e 2) e a criação de espaços-tempos institucionais de colaboração, diálogo de reciprocidade e investigação-ação escolar (esboçadas nas Categorias Intermediárias 3 e 4) constituem dimensões codependentes e indissociáveis, cuja viabilização prática exige políticas e investimentos públicos que superem o individualismo e garantam o planejamento coletivo em serviço como esteio da transformação educativa escolar.

Assim, na próxima seção deste artigo, o foco das discussões recairá sobre as categorias finais que visam evidenciar tramas, tensões e confluências da ECTS com a EAC no campo da formação continuada de professores de Ciências no contexto brasileiro. Ressalta-se que tal exercício de comunicação, materializado nos metatextos, organiza-se a partir do processo de categorização como apresentado no Quadro 3. Nesse contexto, estas duas categorias funcionam como síntese das ideias e análises centrais abordadas nas três dissertações que compõem o *corpus* desta RSL.

Tramas e tensões das dimensões político-pedagógicas e epistemológicas nas Complementaridades ECTS-EAC na formação continuada de professores de Ciências

A análise dos estudos selecionados revelou um campo em movimento, tecido por múltiplas vozes, enfoques e intencionalidades que se correlacionam na formação continuada de professores de Ciências. Nesta seção, busca-se discutir as complementaridades identificadas entre essas duas perspectivas educativas, com centralidade em suas dimensões político-pedagógica e epistemológica. Ao evidenciar tanto as potencialidades complementares na contestação da neutralidade científica quanto às tensões que emergem das práticas e dos discursos analisados, procurou-se compreender como as Complementaridades ECTS-EAC têm sido mobilizadas para potencializar processos formativos críticos, capazes de reestruturar os modos de compreender a tecnociência e de comprometer eticamente o ensino de Ciências com a transformação socioambiental. A leitura dos achados é orientada pela proposição teórica deste estudo segundo a qual complementaridade não significa fusão entre os campos, mas reciprocidade e interdependência: a ECTS tensiona a produção da C&T, sua não neutralidade e as formas de participação nas decisões, enquanto a EAC aprofunda a análise das relações de poder, desigualdades, conflitos e justiça socioambiental.

A Tabela 5 reúne um panorama das abordagens identificadas nas pesquisas. Esses elementos, sistematizados de forma comparativa, permitem visualizar as principais perspectivas e contribuições de cada estudo, servindo como base para a análise interpretativa desenvolvida a seguir.

Tabela 5. Panorama geral dos estudos D1, D2 e D3 com os campos ECTS-EAC e formação continuada de professores de Ciências

Abordagem de:	ECTS	EAC	Formação continuada de professores de Ciências
D1 Borges (2022)	Apresenta aproximação com a abordagem CTSA ao propor a integração entre conhecimentos científicos, Educação Ambiental e a temática alimentação. A CTSA atua como possibilidade de contextualização e articulação entre ciência, sociedade e ambiente, sem configurar uma proposta explicitamente fundamentada na Educação CTS.	A Educação Ambiental orienta a construção de práticas pedagógicas contextualizadas e potencialmente críticas, articuladas ao Ensino de Ciências.	Desenvolve formação continuada em serviço, coletiva e colaborativa, organizada a partir de princípios de uma Comunidade de Aprendizagem Profissional.
D2 Passau (2012)	A relação é indireta. Ao problematizar concepções lineares, tecnicistas e pouco contextualizadas de ciência e tecnologia presentes na Educopédia, o estudo estabelece aproximações com pressupostos CTS/CTSA, especialmente na crítica à neutralidade científico-tecnológica. Não adota a Educação CTS como referencial.	Constitui o referencial teórico central e a lente analítica utilizada para examinar a dimensão socioambiental das aulas de Ciências da Educopédia.	Não desenvolve propriamente uma proposta de formação continuada. Analisa concepções e práticas de professores e as possibilidades e limitações da Educopédia (plataforma de aulas digitais) para a inserção da Educação Ambiental no Ensino de Ciências.

Abordagem de:	ECTS	EAC	Formação continuada de professores de Ciências
D3 Cruz (2023)	Apresenta aproximação com o enfoque CTSA, mobilizado na formação para problematizar situações socioambientais e articular diferentes componentes curriculares. Ainda assim, o estudo trabalha com o enfoque CTSA em diálogo com a EAC, e não com uma concepção sistematizada de Educação CTS como campo educacional.	Constitui o eixo central da investigação e da proposta formativa, sustentando uma compreensão crítica, política, interdisciplinar e contextualizada das questões socioambientais.	Desenvolve um curso de formação continuada, realizado remotamente, com docentes de diferentes componentes curriculares dos anos finais do Ensino Fundamental, valorizando reflexão, diálogo e interdisciplinaridade.

Nota: Para fins de organização e sistematização dos dados, os estudos selecionados foram identificados por códigos alfanuméricos (D1, D2 e D3), utilizados ao longo da análise para facilitar sua referência e a comparação de suas principais características.

Os estudos analisados evidenciaram um campo formativo em disputa, no qual ECTS e EAC ora revelam complementaridades por meio de agendas ético-políticas comuns, ora esbarram em permanências conservadoras e tecnicistas que dificultam mudanças efetivas na compreensão da ciência, da tecnologia, do ambiente e da própria docência. Os excertos das três dissertações (D1, D2 e D3) ajudam a identificar esse movimento pendular, iluminando possibilidades e limites das Complementaridades ECTS-EAC. Partindo do princípio freireano de que a transformação supõe diálogo crítico, mediação cultural e ação situada (Freire, 1996), os achados permitem observar movimentos de superação da visão utilitarista da C&T e de leituras naturalizadas do ambiente. Essa direção encontra consistência na ECTS quando a ciência e a tecnologia são reconhecidas como produções humanas historicamente situadas e atravessadas por valores, interesses e escolhas (Auler, 2007; Bazzo et al., 2003; Santos & Mortimer, 2000) e, na EAC, quando a crise socioambiental é compreendida em sua inscrição histórica, política, econômica e cultural (Guimarães, 2004; Layrargues & Lima, 2014; Loureiro, 2012).

Uma primeira relação de complementaridade aparece no reconhecimento do compromisso socioambiental como horizonte formativo. Em D3, destaca-se que “CTSA visa destacar o compromisso da educação CTS com a perspectiva socioambiental” (D3US19), ao passo que D1 afirma a “Educação Ambiental é caracterizada como dimensão essencial da educação fundamental” (D1US02). Na dimensão político-pedagógica, esses sentidos deslocam a formação do terreno estritamente técnico-metodológico para a esfera das finalidades educativas: formar para compreender, posicionar-se e participar. Sob a lente de Layrargues e Lima (2014) e Rodrigues et al. (2026), contudo, a presença do vocabulário ambiental não basta para caracterizar criticidade, pois práticas conservacionistas ou pragmáticas também podem mobilizar sustentabilidade, sensibilização e participação. O que qualifica a complementaridade é a passagem de uma responsabilidade individualizada para a problematização das condições históricas e sociais que produzem conflitos e desigualdades socioambientais. Nesse ponto, a EAC amplia a agenda ECTS ao inserir justiça socioambiental, relações de poder e distribuição desigual dos riscos como componentes da leitura da tecnociência.

Esse direcionamento se confirma quando D3 assinala que a “Educação CTS, sob a perspectiva freireana, busca desenvolver um novo modelo de desenvolvimento” (D3US16). A unidade de

sentido de D2 aprofunda essa tensão ao afirmar: “Não se trata de retroceder a produção tecnológica, mas de não a pensar pelo viés do lucro do capitalismo.” (D2US18). A questão, portanto, não reside em negar a tecnologia, mas em deslocá-la do lugar de evidência neutra de progresso para o de produção sociotécnica que envolve decisões, interesses, benefícios, riscos e formas de apropriação. Essa leitura é central à dimensão epistemológica das Complementaridades ECTS-EAC e converge com a crítica da ECTS aos modelos lineares de desenvolvimento científico-tecnológico (Auler, 2007; Santos & Mortimer, 2000). Simultaneamente, a EAC complexifica essa crítica ao evidenciar que os custos sociais e ambientais do desenvolvimento não são distribuídos de maneira homogênea. Sant’Ana, Sales e Bomfim (2019), ao relacionarem consumo, processos produtivos, trabalho, C&T e exploração ambiental, mostram precisamente que a análise crítica precisa ultrapassar a responsabilização das escolhas individuais para alcançar as estruturas que organizam produção, consumo e desigualdade.

Sob a lente teórica deste estudo, forma-se, assim, um tripé analítico entre compromisso socioambiental, crítica ao modelo de desenvolvimento e horizonte freireano de participação. Esse tripé dialoga com a crítica de Guimarães e Vasconcellos (2006) à “armadilha paradigmática” e ao paradigma da disjunção, que pode fragmentar saberes e despolitizar práticas mesmo quando elas se apresentam como ambientalmente comprometidas. O problema é simultaneamente epistemológico e político-pedagógico: fragmentar a realidade em conteúdos isolados dificulta perceber as relações entre tecnociência, economia, cultura, ambiente e poder; e, ao fazê-lo, reduz as possibilidades de participação e intervenção. É justamente nessa reciprocidade que a noção de complementaridade ganha densidade: a ECTS contribui para desnaturalizar a C&T, enquanto a EAC impede que essa crítica se encerre em uma leitura genérica de impactos, introduzindo conflitos, justiça socioambiental e historicidade como categorias de interpretação.

Nesse sentido, a complementaridade com a EAC assume caráter intrinsecamente político por enfrentar as raízes históricas e estruturais da crise socioambiental, deslocando a ação educativa de práticas comportamentais e tecnicistas para processos de conscientização, participação e disputa de projetos de sociedade. A dimensão político-pedagógica da formação continuada de professores de Ciências passa, então, a orientar o currículo para escolhas ético-políticas e para a intervenção coletiva no mundo. Simultaneamente, a dimensão epistemológica exige tornar indissociáveis a produção científico-tecnológica, os interesses sociais, as relações de poder e as desigualdades socioambientais. Nessa perspectiva, os conceitos destacados por Layrargues e Lima (2014), cidadania, democracia, participação, emancipação, conflito, justiça ambiental e transformação social, não aparecem como adjetivos periféricos, mas como critérios que ajudam a distinguir uma ambientalização superficial de uma leitura efetivamente crítica.

Se a dimensão político-pedagógica explicita o para quê da formação crítica, a dimensão epistemológica evidencia os modos pelos quais ciência, tecnologia, sociedade e ambiente são compreendidos e relacionados. Os sentidos que apontam para interdisciplinaridade e contextualização curricular funcionam, portanto, como indicadores importantes, mas não suficientes por si sós. D3 afirma que “a Educação CTSA deve repensar práticas educativas

para reafirmar valores na perspectiva da interdisciplinaridade" (D3US22) e que "A ciência atual é vista como uma integração entre Ciência e Tecnologia." (D3US24). A última unidade de sentido é relevante porque rompe a imagem de uma ciência isolada da produção tecnológica; entretanto, tomada isoladamente, ainda não assegura a densidade epistemológica das Complementaridades ECTS-EAC. A classificação de Aikenhead (1994) e a leitura de Santos e Mortimer (2000) alertam que relações CTS podem aparecer apenas como contexto ou motivação para conteúdos tradicionais. Para que a integração se torne complementaridade, é necessário avançar da simples associação entre termos para uma reorganização em que problemas sociais e socioambientais orientem a seleção, a interpretação e a problematização do conhecimento científico.

É nesse ponto que a contextualização ganha espessura crítica. D1 afirma: "A EA não deve ser vazia nem distante da realidade do estudante, mas sim estabelecer uma ligação dos conteúdos com a vivência dos alunos." (D1US04). A mesma direção é reforçada por outra unidade: "visão crítica e realista sobre a intervenção humana degradante seja parte das práticas escolares de forma coerente e contextualizada à realidade." (D1US07). Na perspectiva freireana, porém, aproximar conteúdos do cotidiano não significa apenas usar exemplos familiares; significa converter a realidade vivida em objeto de leitura, problematização e ação. Martins e Oliveira (2015) sustentam esse movimento ao mostrar que propostas construídas a partir dos sujeitos e de seus contextos podem ultrapassar abordagens estritamente biológicas e incorporar dimensões sociais, culturais, econômicas e políticas. Assim, a contextualização opera simultaneamente nas dimensões epistemológica e curricular-metodológica: na primeira, redefine o que conta como conhecimento pertinente; na segunda, organiza os caminhos pelos quais esse conhecimento é investigado pedagogicamente.

No mesmo sentido, D3 insiste que "A prática interdisciplinar é crucial" (D3US37) e aponta para uma "Construção interdisciplinar" (D3US40). Em diálogo com Morin (1999), essa orientação pode ser compreendida como exigência de religação entre partes e totalidade. Todavia, a teoria mobilizada neste estudo permite acrescentar uma precisão: interdisciplinaridade, por si só, também não constitui evidência automática de complementaridade. Santos et al. (2020) e Rodrigues et al. (2026) identificaram práticas CTSA com predominância de perspectivas ambientais conservacionistas e pragmáticas, enquanto Silveira, Silva e Lorenzetti (2023) verificaram que a presença de CTSA em pesquisas não corresponde necessariamente à incorporação de fundamentos da EAC. Logo, a interdisciplinaridade torna-se epistemologicamente relevante quando integra saberes para analisar controvérsias, interesses, desigualdades e alternativas de ação, e não apenas quando reúne componentes curriculares em torno de um tema comum.

Essa tessitura aparece também nos sentidos associados ao diálogo e à confiança: "Abertura ao diálogo sincero e a criação de um círculo de confiança e reciprocidade." (D1US27). Em termos freireanos, o diálogo não é mera disposição comunicativa, mas condição de produção compartilhada de conhecimento. Em termos de formação continuada, Imbernón (2009) e Nóvoa (2010) situam a reflexão entre pares, a investigação da prática e a participação dos professores na construção de seus percursos profissionais como elementos estruturantes do desenvolvimento profissional. A interlocução entre esses autores e D1 permite compreender

que a participação docente constitui um indicador sociopedagógico que pode potencializar as dimensões político-pedagógica e epistemológica, desde que a colaboração não se reduza à divisão de tarefas e efetivamente abra espaço para problematizar concepções, interesses e decisões curriculares.

Os estudos apontam, desse modo, persistências conservadoras e tecnicistas que podem reduzir a EAC a atividades pontuais, despolitizar conflitos e obscurecer a não neutralidade da C&T. A partir de Layrargues e Lima (2014), essas permanências podem ser lidas como aproximações com macrotendências conservacionistas e pragmáticas sempre que a questão ambiental é tratada prioritariamente como mudança de comportamento ou solução técnico-operacional. Pelo prisma da ECTS, Santos e Mortimer (2000) e Auler (2007) ajudam a reconhecer o limite de abordagens que contextualizam conteúdos, mas preservam intacta a crença no progresso científico-tecnológico ou mantêm a participação social em posição periférica. A Complementaridade ECTS-EAC exige, portanto, mais que uma linguagem social e ambiental: exige coerência entre finalidades educativas, fundamentos epistemológicos e formas de participação.

Da prática acrítica à práxis transformadora: evidências das dimensões curricular-metodológica e sócio-pedagógica das Complementaridades ECTS-EAC na formação continuada professores de Ciências

A passagem de uma prática ambiental escolar episódica para uma práxis de caráter transformador exige reconfigurar, ao mesmo tempo, a formação docente e o currículo escolar. Sob a dimensão curricular-metodológica das Complementaridades ECTS-EAC, essa reconfiguração demanda superar reducionismos tecnicistas e desenhar práticas que problematizem os modos de conceber ciência, tecnologia, sociedade e ambiente a partir da leitura crítica da realidade local. No horizonte da EAC, tal reconfiguração é inseparável de um compromisso político-pedagógico com a leitura e a transformação do território; na perspectiva da ECTS, demanda problematizar as relações entre tecnociência e vida social, evitando que o ensino se limite à inserção de temas ou recursos tecnológicos. A teoria deste estudo permite, portanto, compreender essa dimensão não como coleção de metodologias, mas como materialização curricular dos fundamentos epistemológicos e das finalidades político-pedagógicas das complementaridades.

A organização sociopedagógica da formação continuada aparece, então, como uma dimensão de sustentação das duas dimensões aqui focalizadas. Em D1, os professores “Trabalham juntos por objetivos comuns, promovendo a troca de experiências e a criação de um currículo contextualizado” (D1US25). A colaboração não funciona apenas como acessório metodológico: ela cria condições para que o currículo seja reconstruído a partir de problemas compartilhados e para que conhecimentos e valores sejam submetidos ao escrutínio coletivo. Carvalho e Gil-Pérez (2011) contribuem para aprofundar essa leitura ao defenderem que a formação de professores de Ciências precisa superar a ideia de que domínio de conteúdo e domínio de técnicas são suficientes, constituindo o professor como sujeito investigativo que analisa criticamente sua ação e a reconstrói coletivamente. A dimensão formativa, assim,

sustenta a dimensão epistemológica, porque as concepções de C&T, ambiente e ensino são interrogadas no interior da própria prática docente.

Ao mesmo tempo, na dimensão sócio-pedagógica (ou formativa), a travessia supõe um duplo movimento para se pensar a formação de professores de Ciências em ECTS/EAC: tensionar o como e o para quê da formação e instituir mecanismos coletivos de reflexão-ação, investigação da prática e pesquisa colaborativa, capazes de recompor o sentido público e partilhado da docência (Freire, 1996; Imbernón, 2009; Nóvoa, 2010). Nascimento e Holanda (2026) ampliam esse enquadramento ao mostrarem que a efetivação de relações entre EAC e CTS é condicionada por fragmentação curricular, limitações formativas para o trabalho interdisciplinar, permanência de modelos pedagógicos tradicionais e restrições institucionais. Desse modo, a práxis não depende apenas da disposição individual do professor; depende de condições formativas e organizacionais capazes de sustentar outras formas de conhecer, planejar e agir.

Nessa direção, os estudos apontam obstáculos e possibilidades do percurso formativo. Quando D2 registra a "ausência de reflexão crítica" (D2US15), revela-se um enfraquecimento da dimensão curricular-metodológica das Complementaridades ECTS-EAC: o recurso didático pode permanecer ancorado em uma lógica instrumental, sem problematizar as determinações históricas, políticas e sociotécnicas que atravessam a escola. Esse diagnóstico dialoga com as críticas à ambientalização superficial de currículos e projetos que mantêm a EA no registro de conscientização pontual ou de mudança individual de hábitos, deslocada de conflitos socioambientais e de disputas por modelos de desenvolvimento (Guimarães, 2004; Layrargues & Lima, 2014). Também se aproxima da advertência de Santos et al. (2020) de que a presença conjunta de termos CTS e ambientais não assegura uma perspectiva crítica quando os fundamentos permanecem conservacionistas ou pragmáticos.

A experiência analisada por Alves e Fonseca (2018) oferece uma interlocução empírica particularmente produtiva para essa dimensão. Ao mobilizarem uma controvérsia socioambiental real em processo formativo, os autores observaram revisão de concepções ingênuas relacionadas à neutralidade da ciência, da tecnologia e da natureza. O dado permite interpretar os achados de D1 e D3 para além da defesa genérica de metodologias participativas: o potencial formativo se amplia quando situações-problema ou controvérsias funcionam como mediadoras para articular conhecimentos científicos, argumentos, valores, interesses e alternativas de ação. Desse modo, a estratégia curricular não é neutra; ela ganha sentido pela capacidade de colocar professores e estudantes diante de decisões socialmente relevantes.

Do ponto de vista da formação continuada de professores de Ciências, os estudos apoiam-se na dimensão sociopedagógica ao debater a docência como trabalho intelectual coletivo, historicamente situado e capaz de desenvolver autoformação pela investigação da própria prática. Em Freire (1996), formar é criar condições para a leitura crítica do mundo e para a ação sobre ele. Carvalho e Gil-Pérez (2011) aprofundam essa perspectiva no campo do ensino de Ciências ao rejeitarem a ideia de que conhecer conteúdos e dominar técnicas pedagógicas seja suficiente. A formação precisa problematizar concepções docentes de senso comum, analisar criticamente o ensino tradicional, planejar situações de aprendizagem, acompanhar

o trabalho dos estudantes, avaliar e aproximar ensino e pesquisa didática. Assim, o professor deixa de ser aplicador de prescrições e passa a ser sujeito investigativo, condição diretamente relacionada à dimensão formativa das Complementaridades ECTS-EAC.

Esses debates se explicitam em D1 quando se afirma: "A ampliação das discussões e espaços de formação dos profissionais da educação é parte essencial do sentido político-pedagógico da ação educativa." (D1US18). O mesmo estudo acrescenta que "no ambiente escolar, o trabalho coletivo entre professores em investigação (pesquisa participante) é fundamental" (D1US23). As unidades de sentido reforçam que a passagem à práxis transformadora não se opera por adesões metodológicas isoladas, mas por políticas de tempo, espaço e linguagem que sustentem pesquisa colaborativa e decisão colegiada. Em Imbernón (2009), o desenvolvimento profissional ganha consistência quando problemas cotidianos se tornam objeto compartilhado de análise; em Nóvoa (2010), quando os professores participam da construção dos próprios percursos profissionais. D1, portanto, oferece indicadores robustos da dimensão sociopedagógica, ainda que a densidade crítica desse trabalho coletivo dependa dos objetos e das perguntas que a colaboração coloca em discussão.

A colaboração aparece ainda em outra unidade de sentido: "Trabalham juntos por objetivos comuns, promovendo a troca de experiências e a criação de um currículo contextualizado." (D1US25). Aqui, a dimensão formativa encontra diretamente a dimensão curricular-metodológica: o trabalho coletivo não se encerra na troca de experiências, mas repercute na produção curricular. Essa articulação é teoricamente consistente com a compreensão de que a formação continuada deve ocorrer vinculada aos problemas reais da escola e do território. Entretanto, o constructo das Complementaridades ECTS-EAC exige perguntar que contextualização é produzida. Se ela apenas aproxima o conteúdo de exemplos cotidianos, pode permanecer em níveis iniciais de inserção CTS; se transforma questões concretas em objetos de investigação e decisão, ganha densidade crítica e pode integrar as dimensões epistemológica, curricular-metodológica e político-pedagógica.

A crítica à prática acrítica também atravessa o plano curricular. D1 sustenta que "A EA não deve ser vazia nem distante da realidade do estudante, mas sim estabelecer uma ligação dos conteúdos com a vivência dos alunos." (D1US04) e acrescenta a necessidade de que uma "visão crítica e realista sobre a intervenção humana degradante seja parte das práticas escolares de forma coerente e contextualizada à realidade." (D1US07). D3, por sua vez, propõe "verticalizar" a EAC em "diversos componentes curriculares" (D3US14), recusando o lugar periférico de projetos extracurriculares e ações datadas. Martins e Oliveira (2015) ajudam a aprofundar essa leitura ao demonstrarem que propostas construídas a partir dos sujeitos e de seus contextos podem integrar dimensões sociais, culturais, econômicas e políticas aos conhecimentos científicos. A contextualização, assim, deixa de ser um recurso de motivação e passa a constituir um princípio de organização curricular.

Sant'Ana et al. (2019) também permitem avançar nessa interpretação. Ao analisarem a problemática do consumo, os autores mostram que articular EAC e CTS exige relacionar processos produtivos, trabalho, desenvolvimento científico-tecnológico, padrões de consumo e exploração ambiental. Essa interlocução é particularmente relevante para D1US07: uma "visão crítica e realista" da intervenção humana não pode reduzir a degradação a

comportamentos individuais, pois precisa alcançar os sistemas de produção, os interesses econômicos e as decisões sociotécnicas que organizam a apropriação da natureza. Nesse ponto, a dimensão curricular-metodológica materializa a dimensão epistemológica: estudar um problema real implica decidir quais relações serão tornadas visíveis e quais atores, conflitos e saberes participarão da explicação.

A transformação da prática, contudo, não se resume a adotar novas metodologias ou tecnologias. Em D2, o fascínio por recursos digitais é tensionado pela constatação de que seu uso acrítico pode reproduzir práticas transmissivas em novos suportes. A unidade já analisada — "Não se trata de retroceder a produção tecnológica, mas de não a pensar pelo viés do lucro do capitalismo." (D2US18) — explicita que o problema não está no artefato em si, mas nos critérios, interesses e finalidades que orientam sua produção e apropriação. A dimensão curricular-metodológica das Complementaridades ECTS-EAC exige, então, que a tecnologia seja simultaneamente recurso e objeto de problematização. Culpi, Morais e Orquiza-de-Carvalho (2024) reforçam essa leitura ao destacar que a presença conjunta de perspectivas críticas de EA e ECTS depende de estratégias pedagógicas e de ações específicas de formação docente, e não apenas da disponibilidade de ferramentas ou conteúdos.

Sob a perspectiva freireana, inovar sem politizar pode apenas atualizar a forma de uma relação pedagógica heterônoma. Por isso, importa recolocar perguntas sobre quem define os problemas, quais conhecimentos são legitimados, quais vozes participam e que interesses organizam o currículo. É nesse sentido que a dimensão sociopedagógica se evidencia quando D1 registra a "Abertura ao diálogo sincero e a criação de um círculo de confiança e reciprocidade." (D1US27). O círculo de confiança possui valor formativo porque pode sustentar discordância, argumentação e revisão de concepções, e não apenas convivência harmoniosa. A passagem da colaboração para a práxis depende justamente dessa qualidade: professores precisam ter condições de explicitar dúvidas, confrontar naturalizações e reconstruir coletivamente decisões pedagógicas.

Nessa direção, a formação continuada ancorada na colaboração constitui via promissora para superar o individualismo docente e qualificar a leitura e a intervenção sobre a prática. A dimensão formativa desloca a docência do trabalho solitário para dinâmicas de coautoria, nas quais a reflexão compartilhada amplia a capacidade de análise, criação e decisão profissional. Imbernón (2009) destaca que processos de comunicação entre colegas são indispensáveis para compreender a complexidade do trabalho educativo e elaborar respostas às situações problemáticas da prática. A contribuição de D1 converge com esse entendimento, mas o constructo aqui proposto acrescenta um critério: a colaboração torna-se indicador das Complementaridades ECTS-EAC quando a reflexão coletiva alcança a natureza social da C&T, os conflitos socioambientais, as desigualdades e as possibilidades de participação no território.

Os resultados formativos também aparecem em D3 pela unidade "Crescimento profissional e pessoal." (D3US36). Esse sentido é relevante porque expressa uma percepção ampliada dos efeitos da formação; contudo, epistemologicamente, ele precisa ser lido com cautela. Crescimento profissional e pessoal, isoladamente, não constitui evidência suficiente de complementaridade entre ECTS e EAC. Torna-se analiticamente significativo quando

associado aos demais indicadores do estudo, interdisciplinaridade, problematização socioambiental, diálogo e reflexão, que mostram como o desenvolvimento profissional pode estar vinculado à revisão das formas de compreender e intervir na realidade. Essa cautela evita converter resultados formativos genéricos em prova de criticidade e mantém a coerência com a definição operacional das dimensões proposta na seção teórica.

Sob o ângulo das finalidades, D1 situa a escola como espaço em que "A construção pedagógica materializa-se no espaço social como um lugar de desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais" (D1US37). A unidade amplia a compreensão da escola para além da transmissão de conteúdos e reconhece uma dimensão social da formação. Contudo, sua contribuição às Complementaridades ECTS-EAC depende do significado atribuído a essas habilidades. Se forem tomadas apenas como competências individuais, podem permanecer compatíveis com uma pedagogia adaptativa; se forem vinculadas à argumentação, cooperação, posicionamento, participação social e tomada de decisão diante de problemas sociocientíficos e socioambientais, passam a se alinhar à dimensão político-pedagógica do constructo. Essa distinção é relevante porque impede que qualquer linguagem de competências seja automaticamente identificada com práxis transformadora.

Em termos de políticas e condições institucionais, permanece a tensão entre discursos críticos e rotinas escolares que colonizam o tempo do professor. Restrições de tempo para estudo, planejamento coletivo e pesquisa em serviço enfraquecem a dimensão sociopedagógica e repercutem diretamente sobre a dimensão curricular-metodológica. Nascimento e Holanda (2026) reforçam esse diagnóstico ao identificarem condicionantes institucionais, fragmentação curricular e limitações formativas como obstáculos à relação entre EAC e CTS. Sem investimento institucional, tempos de estudo, espaços de coplanejamento, currículos flexíveis e reconhecimento da investigação docente, a transição à práxis tende a converter-se em retórica, ainda que o discurso formativo se declare crítico (Imbernón, 2009; Nóvoa, 2010).

A passagem da prática acrítica à práxis transformadora requer, portanto, que currículos se ancorem em problemas socialmente vivos, integrem a tecnociência a valores públicos e sustentem tempos e espaços de investigação docente. Nesse movimento, a escola se reposiciona como comunidade de aprendizagem e de participação cidadã, e a formação continuada deixa de ser atualização prescritiva para constituir-se como processo de reconstrução coletiva da prática. É essa interdependência entre currículo, formação e criticidade que permite às Complementaridades ECTS-EAC ganharem densidade e ressonância no território.

Entre concluir e continuar: perspectivas críticas

Esta pesquisa teve como objetivo analisar as Complementaridades ECTS-EAC na formação continuada de professores de Ciências no contexto brasileiro, a partir das evidências identificadas nas pesquisas selecionadas. Considera-se que esse objetivo foi alcançado, ainda que os resultados devam ser compreendidos à luz de um *corpus* reduzido, composto por três estudos em nível de mestrado. Tal limitação não inviabilizou a análise, mas evidenciou que

se trata de um campo ainda emergente, no qual as relações entre Educação CTS e Educação Ambiental Crítica aparecem com diferentes níveis de aproximação, densidade e explicitação teórica.

Em relação ao primeiro objetivo específico, que buscou identificar e compreender as tramas e tensões emergentes das Complementaridades ECTS-EAC em processos de formação continuada de professores de Ciências, os resultados evidenciaram relações significativas nas dimensões político-pedagógica e epistemológica. As tramas se expressam especialmente na crítica à neutralidade da Ciência e da Tecnologia, na valorização da participação social, da contextualização, da interdisciplinaridade e do compromisso com a justiça socioambiental. As tensões, por sua vez, manifestam-se na permanência de concepções tecnicistas, fragmentadas ou pouco problematizadoras, bem como no risco de práticas de Educação Ambiental restritas a mudanças comportamentais e de propostas CTS reduzidas à simples contextualização ou ao uso de tecnologias. Assim, verificou-se que a complementaridade entre os campos não decorre de sua mera aproximação temática, mas exige coerência entre fundamentos epistemológicos, finalidades educativas e compreensão crítica das relações entre C&T, sociedade e ambiente.

Quanto ao segundo objetivo específico, direcionado a investigar manifestações de complementaridades associadas às possibilidades de transição da prática acrítica à práxis transformadora, a análise evidenciou contribuições sobretudo nas dimensões curricular-metodológica e sociopedagógica ou formativa. A passagem para práticas mais críticas mostrou-se relacionada à construção de currículos contextualizados e interdisciplinares, à problematização de questões socialmente relevantes e à organização de processos formativos coletivos, dialógicos e investigativos. O trabalho colaborativo, a reflexão compartilhada e a investigação da própria prática aparecem como condições importantes para superar o isolamento docente e fortalecer a autonomia profissional. Contudo, os resultados também indicam que a adoção de novas metodologias e/ou recursos tecnológicos, isoladamente, não assegura uma práxis transformadora, caso não estejam vinculados à problematização das relações de poder, dos interesses sociais, das desigualdades e das consequências socioambientais da produção científico-tecnológica.

Nesse sentido, as quatro dimensões propostas neste estudo: político-pedagógica, epistemológica, curricular-metodológica e sociopedagógica, mostraram-se analiticamente distintas, porém interdependentes. A potência das Complementaridades ECTS-EAC reside justamente na possibilidade de articular finalidades formativas críticas, reorganização dos modos de compreender ciência, tecnologia e ambiente, escolhas curriculares coerentes e condições coletivas de desenvolvimento profissional. Não se trata, portanto, de fundir ECTS e EAC, mas de reconhecer como um campo pode tensionar, ampliar e preencher lacunas do outro.

Conclui-se, assim, que as Complementaridades ECTS-EAC constituem uma perspectiva promissora para qualificar a formação continuada de professores de Ciências, ao favorecer processos formativos comprometidos com participação democrática, justiça socioambiental e leitura crítica da tecnociência e do território. Ao mesmo tempo, a reduzida quantidade de estudos encontrados sinaliza a necessidade de ampliar investigações empíricas e teóricas,

inclusive em nível de doutorado, em diferentes regiões brasileiras e em contextos formais e não formais de formação. Tais estudos poderão aprofundar as condições pelas quais essas complementaridades deixam de permanecer no plano discursivo e passam a sustentar efetivamente práticas docentes críticas, investigativas e socialmente transformadoras.

Referências

Aikenhead, G. S. (1994). What is STS science teaching? In J. Solomon & G. S. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (p. 47–59). Teachers College Press. https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/sts05.htm

Alves, R., & de Fonseca, G. R. (2018). Transposição do rio são francisco-o uso da controvérsia controlada como meio de promover aproximações entre o enfoque educacional CTS e educação ambiental crítica. *Investigações em Ensino de Ciências*, *23*(3), 211. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n3p211

Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação, 7*(1), 1–13. https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wJMcpHfLgzh53wZrByRpmkd

Bazzo, W. A., von Linsingen, I., & Pereira, L. T. V. (2003). *Ciência, tecnologia e sociedade: O desafio da interação*. Editora UFSC.

Carvalho, A. M. P. de; Gil-PérezI, D. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. (10ª ed). Cortez.

Chrispino, A., Lima, L. S. de, Albuquerque, M. B. de, Freitas, A. C. C. de, & Silva, M. A. F. B. da. (2013). A área CTS no Brasil vista como rede social: Onde aprendemos? *Ciência & Educação, 19*(2), 455–479. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000200015

Culpi, V. L. F., de Morais, J. L., & Orquiza-de-Carvalho, L. M. (2024). Educação ambiental crítica e a educação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA): possíveis aproximações. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, *19*(7), 455-466. https://doi.org/10.34024/revbea.2024.v19.19124

Farias, C. R. O., & Freitas, J. R. S. (2007). Educação ambiental e relações ECTS: Uma perspectiva integradora. *Ciência & Ensino, 1*(Edição especial). http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/download/159/124

Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia:* Saberes necessários à prática educativa. Paz e Terra.

Freire, P.(1991) *A educação na cidade*. Cortez.

Guimarães, M. (2004). *A formação de educadores ambientais*. Papirus.

Guimarães, M., & Vasconcellos, M. N. (2006). Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. *Educar, 1*(27), 147–162. https://doi.org/10.1590/S0104-40602006000100010

Imbernón, F. (2006). *Formação docente:* Novos desafios, novas práticas. Artmed.

Imbernón, F. (2009). *Formação docente e profissional:* Formar-se para a mudança e a incerteza. Artmed.

Layrargues, P. P. (2004). Muito além da natureza: Educação ambiental e reprodução social. In P. P. Layrargues (Org.). *Identidades da educação ambiental brasileira*. (p. 171–192). Ministério do Meio Ambiente. https://www.ifbaiano.edu.br/unidades/valenca/files/2011/05/MUITO-ALEM-DA-NATUREZA_EDUCACAO-AMBIENTAL-E-REPRODUCAO-SOCIAL.pdf

Layrargues, P. P., & Lima, G. F. C. (2011). Mapeando as macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental contemporânea no Brasil. In *Anais do VI EPEA*.

Layrargues, P. P., & Lima, G. F. C. (2014). As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental no Brasil. *Ambiente & Sociedade, 17*(1), 23–40. https://doi.org/10.1590/S1414-753X20140001000003

Lorenzetti, L. (2008). *Estilos de pensamento em educação ambiental:* Uma análise a partir de dissertações e teses [Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina]. https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/91657

Lorenzetti, L., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, 3*(1), 45–61. https://doi.org/10.1590/1983-21172001030104

Loureiro, C. F. B. (2005). *Educação ambiental crítica*: Teoria e prática. Cortez.

Loureiro, C. F. B. (2012). *Sustentabilidade e educação:* Uma abordagem crítica. Cortez.

Loureiro, C. F. B., & de Lima, J. G. S. (2009). Educação ambiental e educação científi ca na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): pilares para uma educação crítica. *Acta Scientiae*, *11*(1), 88-100. http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/57

Loureiro, C. F. B., & Lima, J. G. S. (2009). Educação ambiental e educação científica na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (ECTS): Pilares para uma educação crítica. *Acta Scientiae, 11*(1), 88–100. Recuperado de https://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/57

Luz, R. da, & Prudêncio, C. A. V. (2024). Quando a educação ambiental e a educação CTS se encontram: aspectos centrais de uma articulação crítica. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 17*, 1–34. https://doi.org/10.5007/1982-5153.2024.e93938

Luz, R. da, Almeida, R. O., & Prudêncio, C. A. V. (2019). O processo de constituição histórica da Educação Ambiental e da Educação CTS: aproximações e distanciamentos. In *Anais do X EPEA*. http://epea.tmp.br/epea2019%5Fanais/pdfs/plenary/0109-1-B-01.pdf

Martins, C., & de Oliveira, H. T. (2015). Biodiversidade no contexto escolar: concepções e práticas em uma perspectiva de educação ambiental crítica. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, *10*(1), 127-145. https://doi.org/10.34024/revbea.2015.v10.1912

Minayo, M. C. S. (2017). *O desafio do conhecimento:* Pesquisa qualitativa em saúde. (14ª ed.). Hucitec.

Moraes, R., & Galiazzi, M. C. (2016). *Análise textual discursiva*. (3ª ed.). Editora Unijuí.

Moreira, L. F. T., Lopes, B. S., & Vieira, R. M. (2024). Descrição de Propostas didáticas com orientação CTS promotoras do Pensamento Crítico: Uma Revisão Sistemática da Literatura. *Indagatio Didactica, 16*(2). https://doi.org/10.34624/id.v16i2.35722

Morin, E. (1999). *Introdução ao pensamento complexo*. Sulina.

Nascimento, G. V., & de Holanda, M. (2026). Educação ambiental crítica e abordagem ciência-tecnologia-sociedade: desafios curriculares e epistemológicos para a formação docente no século XXI. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, *12*(8), 1-21. https://periodicorease.pro.br/rease/pt_BR/article/view/29341

Nóvoa, A. (2010). *Professores:* Imagens do futuro presente. Educa.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*(71). https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Ramos, A., Faria, P. M., & Faria, A. (2014). Revisão sistemática de literatura: Contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. *Revista Diálogo Educacional, 14*(41), 17–36. https://doi.org/10.7213/dialogo.educ.14.041.DS01

Rodrigues, R. C., Costa, D. D. S., Rodrigues-Moura, S., & Pessoa, W. R. (2026). Entre discursos conservacionistas, pragmáticos e críticos: a educação ambiental crítica na política de educação formal para o meio ambiente, sustentabilidade e clima no Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, *21*(3), 21-37. https://doi.org/10.34024/revbea.2026.v21.22418

Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: Um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia, 11*(1), 83–89. https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013

Sant'Ana, C., Sales, D., & do Bomfim, A. M. (2019). Educação ambiental crítica e sua relação com CTS: um enfoque na problemática do consumo. *Anais do XII ENPEC*. https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0174-1.pdf

Santos, D. B. dos, Affonso, A. L. S., & Kataoka, A. M. (2020). Contribuições da Educação Ambiental Crítica para abordagem CTSA. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática, 11*(3), 418–435. https://doi.org/10.26843/rencima.v11i3.2679

Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas ECTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, *1*(Edição especial). https://recursosdefisica.com.br/files/149-530-1-PB.pdf

Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, 2*(2), 110–132. https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202

Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2010). *Educação em química:* Compromisso social e cidadania. (4ª ed.). Ed. Unijuí.

Silveira, D. P., da Silva, J. C. S., & Lorenzetti, L. (2022). Possibilidade de aproximação entre Educação CTSA e Educação Ambiental Crítica: uma análise nas atas do ENPEC no período 2011-2019. *VIII Seminário Ibero-americano CTS*. https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/siacts/article/view/3652

Sousa, E., & Brito, L. (2015). Educação científica e educação ambiental: Interfaces na abordagem ECTS. *Anais do XI ENPEC*.

UNESCO; UNEP. *Intergovernmental Conference on Environmental Education: Tbilisi (USSR), 14–26 October 1977: final report*. Paris: UNESCO, 1978. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000032763

Apêndice 1

Tabela 6. *Strings* usadas e resultados da Scielo, *Scopus*, *Web of Science* e Portal de Periódicos da CAPES.

Bases de Dados	Diretriz da Sintaxe	String de busca	Resultados obtidos (atualizados em 2026)
Scielo	Exigiu aspas para termos compostos, operadores em caixa alta (AND, OR) e agrupamento rigoroso por parênteses para evitar erros de precedência.	("educação ambiental crítica" OR "EAC") AND ("formação de professores" OR "formação docente" OR "formação continuada") AND ("CTS" OR "ECTS" OR "Ciência, Tecnologia e Sociedade")	0
Scopus	Busca foi apenas com termos em Língua Portuguesa no campo expandido TITLE-ABS-KEY (Título, Resumo e Palavras-chave), utilizando-se operadores em caixa alta e aspas para termos compostos.	(TITLE-ABS-KEY ("educação ambiental crítica" OR "EAC") AND TITLE-ABS-KEY ("formação de professores" OR "formação docente" OR "formação continuada" OR) AND TITLE-ABS-KEY ("CTS" OR "ECTS" OR "Ciência, Tecnologia e Sociedade"))	0
Web of Science	Foi feita Pesquisa por Tópico (TS), que englobou título, resumo, palavras-chave do autor e keywords plus. String somente em Língua Portuguesa.	TS=("educação ambiental crítica" OR "EAC") AND TS=("formação de professores" OR "formação docente" OR "formação continuada") AND TS=("CTS" OR "ECTS" OR "Ciência, Tecnologia e Sociedade")	0
Portal de Periódicos da CAPES	Na busca avançada, utilizou-se a configuração por linhas de assunto ou em "Qualquer campo" com agrupamentos para delimitar a busca no escopo de artigos.	(Qualquer campo contém: "Educação Ambiental Crítica" OR "EAC") AND (Qualquer campo contém: "formação de professores" OR "formação docente" OR "formação continuada") AND (Qualquer campo contém: "CTS" OR "ECTS" OR "Ciência, Tecnologia e Sociedade")	11

Bases de Dados	Diretriz da Sintaxe	String de busca	Resultados obtidos (atualizados em 2026)
BDTD	Foi feita a aplicação de operadores booleanos em campos abertos (Todos os campos), agrupando termos semelhantes por parênteses.	(todos_campos:("educação ambiental crítica" OR "EAC")) AND (todos_campos:("formação de professores" OR "formação docente" OR "formação continuada")) AND (todos_campos:("CTS" OR "ECTS" OR "Ciência, Tecnologia e Sociedade"))	11
Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	Exigiu aspas duplas exatas e uso rigoroso de parênteses de agrupamento devido ao comportamento instável do indexador em buscas de grandes strings.	("educação ambiental crítica" OR "EAC") AND ("formação de professores" OR "formação docente" OR "formação continuada") AND ("CTS" OR "ECTS" OR "Ciência, Tecnologia e Sociedade")	2

Apêndice 2

Tabela 7. Strings usadas e resultados dos eventos ENPEC e EPEA

Eventos	Etapa 1 (Busca Inicial nos Títulos, Resumos e Palavras-chave)	Etapa 2 (Varredura e Filtro Manual dos Resultados):	Resultados obtidos (atualizados em 2026)
ENPEC e EPEA Devido às limitações de busca mecânica nos indexadores de anais dos eventos (que frequentemente não suportam strings booleanas complexas de três níveis), adotou-se um protocolo de varredura em duas etapas sucessivas.	("educação ambiental crítica" OR "EAC") AND ("formação de professores" OR "formação docente" OR "formação continuada")	Leitura sistemática dos resumos dos trabalhos pré-selecionados na Etapa 1 para identificar a presença explícita dos descritores: "CTS", "ECTS" ou "Ciência, Tecnologia e Sociedade".	ENPEC (n=11) EPEA (n=11)

Nota: Como já mencionado na seção metodológica, a análise das edições disponíveis do ENPEC (1997–2023) e do EPEA (2001–2023) ocorreu em duas etapas: inicialmente, buscaram-se, nos títulos e palavras-chave, os descritores “Educação Ambiental Crítica”, “EAC”, “Formação de professores”, “Formação continuada” e “Formação docente”; posteriormente, os resumos selecionados foram examinados em busca dos termos “Ciência, Tecnologia e Sociedade”, “CTS” e “CTSA”.

Apêndice 3

Tabela 8. Seleção e elegibilidade

Bases	Resul-tados obtidos	Dupli-cados	Excluídos por acesso fechado	Excluídos por não revisão por pares	Excluídos por leitura de título e resumo (fora do escopo)	Critério de Exclusão 1	Critério de Exclusão 2	Critério de Exclusão 3	Total
Scopus	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scielo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WoS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Portal de periódicos da CAPES	11	0	3	2	1	1	1	3	0
BDTD	11	1	0	0	5	2	1	1	1

Bases	Resultados obtidos	Duplicados	Excluídos por acesso fechado	Excluídos por não revisão por pares	Excluídos por leitura de título e resumo (fora do escopo)	Critério de Exclusão 1	Critério de Exclusão 2	Critério de Exclusão 3	Total
Catálogo CAPES	2	0	0	0	0	0	0	0	2
ENPEC	11	0	0	0	11	0	0	0	0
EPEA	11	0	0	0	11	0	0	0	0
Total	46	1	3	2	28	3	2	4	3

Apêndice 4

Tabela 9. Movimento analítico para a Categoria Intermediária 1

US reescritas	Categorias Iniciais	Categoria Intermediária
Repensar o currículo e as ações escolares para (D1US20) Trabalham juntos por objetivos comuns, promovendo a troca de experiências e a criação de um currículo contextualizado. (D1US25) A abordagem CTSA nos currículos escolares está ligada à efetivação de ações que promovem um caminhar coletivo. (D3US28)	**C -** Currículo construído de forma coletiva (3 US)	
Inserção de reflexões sobre as relações entre CTSA. (D3US17) Abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). (D3US18) CTSA visa destacar o compromisso da educação CTS com a perspectiva socioambiental. (D3US19) A Educação Ambiental é caracterizada como uma dimensão essencial da educação fundamental (D1US02) A ampliação das discussões e espaços de formação dos profissionais da educação é parte essencial do sentido político-pedagógico da ação educativa. (D1US18) No ambiente escolar, o trabalho coletivo entre professores em investigação (pesquisa participante) é fundamental. (D1US23) EAC deve problematizar a realidade e enfatizar valores e comportamentos em uma prática dialógica. (D3US05) A EAC é discutida na dimensão da valorização de saberes e ações (D3US02) Diversos componentes curriculares são sugeridos para efetivar a EAC. (D3US14) A Educação CTS, sob a perspectiva freireana, busca desenvolver um novo modelo de desenvolvimento. (D3US16) A ciência atual é vista como uma integração entre Ciência e Tecnologia. (D3US24)	**D -** Dimensão socioambiental da Educação CTS (11 US)	**Categoria Intermediária 1 -** Dimensão curricular interdisciplinar, contextualizada, e humanística para uma perspectiva crítica da Educação [C (3) + D (11) + I (3) + CO (4) + H (3) = 24 US]
A educação CTSA deve repensar práticas educativas para reafirmar valores na perspectiva da interdisciplinaridade. (D3US22) A prática interdisciplinar é crucial. (D3US37) Construção interdisciplinar. (D3US40)	**I -** Perspectiva interdisciplinar de processos formativos críticos (3 US)	

US reescritas	Categorias Iniciais	Categoria Intermediária
A EA não deve ser vazia nem distante da realidade do estudante, mas sim estabelecer uma ligação dos conteúdos com a vivência dos alunos. (D1US04)		
CTSA permite uma articulação atrativa com a ideia de temas geradores. (D3US25)	**CO -** Contextualização (4 US)	
O estímulo ao debate e diálogo entre ciências e cultura popular. (D2US05)		
A EA não deve ser vazia nem distante da realidade do estudante, mas sim estabelecer uma ligação dos conteúdos com a vivência dos alunos. (D1US04)		
Abertura ao diálogo sincero e a criação de um círculo de confiança e reciprocidade. (D1US27)	**H -** Visão Humanística para as questões socioambientais (3 US)	
A pesquisa destaca a urgência de uma visão humanística para as questões socioambientais (D1US05)		
Conceitos como solidariedade, cooperação, sustentabilidade na EA são complexos e, por vezes, tratados de forma simplória, com atos isolados. (D1US42)		