

A CONTRIBUIÇÃO DO ENFOQUE CTSA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: REFLEXÕES E PERSPECTIVAS BASEADAS EM UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

THE CONTRIBUTION OF THE CTSA APPROACH TO ENVIRONMENTAL EDUCATION: REFLECTIONS AND PERSPECTIVES BASED ON A SYSTEMATIC REVIEW

Nayana de Almeida Santiago Nepomuceno¹
Ana Karine Portela Vasconcelos²
Betina da Silva Lopes³
Oswaldo Francisco de Carvalho Choé⁴

Resumo

A Educação Ambiental (EA) está intimamente ligada à capacidade dos indivíduos de refletir e agir criticamente sobre questões socioambientais. A abordagem em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTSA) complementa essa perspectiva ao promover a compreensão das interconexões entre meio ambiente, ciência e aspectos sociais. Esta pesquisa, que utilizou o protocolo de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) proposto por Kitchenham com o suporte do software Start, teve como objetivo identificar a aplicação dos elementos do enfoque CTSA no ensino de EA. Os resultados evidenciaram uma lacuna na produção científica sobre a interseção entre esses campos, com treze estudos selecionados. Dentre eles, sete concentraram-se nas percepções sobre CTSA no contexto da educação ambiental, três abordaram intervenções práticas em sala de aula e três realizaram análises de materiais didáticos. Diversos temas foram explorados, refletindo a abrangência do enfoque CTSA na EA. Embora diferentes níveis de ensino tenham sido contemplados, apenas dois estudos focaram na formação inicial de professores. Os elementos do enfoque CTSA identificados incluem reflexão, relevância social, tomada de decisão, problematização, dialogicidade e colaboração. Para futuros estudos, recomenda-se a realização de pesquisas que compartilhem experiências de intervenção, visando inspirar práticas pedagógicas inovadoras e avaliar os impactos dessas intervenções na educação ambiental.

Palavras-chave: Ciência e Tecnologia; Formação de Professores; Práticas Pedagógicas; Intervenções Inovadoras.

Artigo Original: Recebido em 28/09/2024 – Aprovado em 20/11/2024 – Publicado em: 17/12/2024

¹ Graduada e Mestra em Tecnologia e Gestão Ambiental, Doutoranda em Ensino pela Rede Nordeste de Ensino – RENOEN, IFCE - *Campus* Fortaleza, Ceará, Brasil, Docente do Instituto Federal do Ceará (IFCE), *Campus* Acaraú, Ceará, Brasil. *e-mail:* nayana.santiago@ifce.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8593-1896> (*autora correspondente*)

² Licenciada em Química, Mestra e Doutora em Engenharia Civil, Docente do Instituto Federal do Ceará (IFCE), *Campus* Paracuru, e do doutorado em Ensino pela Rede Nordeste de Ensino – RENOEN, IFCE - *Campus* Fortaleza, Ceará, Brasil. *e-mail:* karine@ifce.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1087-5006>

³ Licenciada em Biologia e Geologia, Mestra em Educação e Comunicação das Ciências, Doutora em Educação, Professora Auxiliar no Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro (UA), Diretora do Curso de Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no Ensino Básico e Secundário/UA, Aveiro, Portugal. *e-mail:* blopes@ua.pt ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0669-1650>

⁴ Mestre em Educação/Formação de Formadores, Doutorando em Energia e Meio ambiente pela Universidade Pedagógica de Maputo), Professor no Instituto Superior de Estudos de Defesa “Tenente-General Armando Emílio Guebuza, Maputo, Moçambique. *e-mail:* hbvavo@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4441-0629>

Abstract

Environmental Education (EE) is closely linked to individuals' ability to reflect and act critically on socio-environmental issues. The Science, Technology, and Society (STS) approach complements this perspective by promoting understanding of the interconnections between the environment, science, and social aspects. This research, which utilized the systematic review protocol proposed by Kitchenham with the support of the software Start, aimed to identify the application of STS elements in EE teaching. The results revealed a gap in the scientific literature on the intersection of these fields, with thirteen studies selected. Among them, seven focused on perceptions of STS in the context of environmental education, three addressed practical interventions in the classroom, and three conducted analyses of educational materials. Various themes were explored, reflecting the breadth of the STS approach in EE. Although different educational levels were considered, only two studies focused on the initial training of teachers. The identified STS elements include reflection, social relevance, decision-making, problematization, dialogicity, and collaboration. For future studies, it is recommended to conduct research that shares intervention experiences, aiming to inspire innovative pedagogical practices and evaluate the impacts of these interventions on environmental education.

Keywords: *Science and Technology; teacher training; pedagogical practices; innovative interventions.*

1 Introdução

A eficácia do ensino de Educação Ambiental (EA) como prática crítica e reflexiva depende da capacidade do indivíduo de pensar autonomamente e agir conforme seus princípios (Reigota, 1997; Reigota, 2017). A educação com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTSA) alinha-se aos objetivos da EA ao buscar promover a compreensão da interconexão entre meio ambiente, aspectos sociais e científicos (Ohi; Dutra, 2023).

Originada em um movimento social, a educação CTS visa compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, abordando suas causas e consequências socioambientais (Bazzo; Linsingen; Pereira, 2003). Tal abordagem compartilha elementos essenciais com a EA, como o diálogo e a problematização (Auler, 2002; Santos; Mortimer, 2000). Embora a denominação CTS seja mais comum na literatura científica, alguns autores passaram a utilizar o termo CTSA, destacando o ambiente como um aspecto prioritário (Fernandes; Pires; Delgado-Iglesias, 2018; Silva, 2023; Pinheiro et al., 2022).

O ensino com enfoque CTSA tem ganhado destaque educacional por seu caráter holístico e participativo, permitindo uma compreensão ampla do ambiente e dos efeitos socioambientais do desenvolvimento tecnocientífico. Além disso, esse enfoque incentiva o pensamento crítico e reflexivo, características fundamentais para que os cidadãos possam tomar decisões de maneira consciente e crítica, considerando as consequências para a sociedade e o

ambiente. Para alcançar tal objetivo, o ensino deve promover o raciocínio científico na resolução de problemas, colocando o aluno como agente ativo na construção do conhecimento (Pozo, 2019).

Enquanto os currículos CTS buscam desenvolver a capacidade de tomada de decisões, o movimento CTSA vai além ao incorporar explicitamente a promoção da Educação Ambiental (Santos, 2007), estimulando a reflexão e o questionamento sobre problemas socioambientais. Esse processo facilita a participação ativa dos indivíduos nas discussões e decisões sobre questões que impactam diretamente o meio ambiente (Loureiro; Layragues; Castro, 2011).

Considerando que a questão ambiental é central para este estudo, optou-se por adotar a denominação CTSA. Contudo, para não restringir os dados analisados, também foram considerados estudos CTS que tratam do ensino de Educação Ambiental. A área de estudos CTS/CTSA abrange uma diversidade de temas e campos de atuação (Nunes, 2014), e a presente investigação fundamenta-se nos pressupostos teóricos do enfoque CTSA, que incluem a problematização, a dialogicidade e a abordagem de temas de relevância social, com o objetivo de contribuir para a democratização dos processos de tomada de decisão (Domiciano, 2019; Auler, 2007).

Diante desse contexto, a pesquisa busca responder à seguinte questão: como os elementos do enfoque CTSA estão sendo integrados no ensino de Educação Ambiental?

A hipótese levantada é que o enfoque CTSA, por sua natureza dialógica e problematizadora, tem sido utilizado em todos os níveis de ensino de forma estratégica para promoção do pensamento crítico no ensino de Educação Ambiental. Assim, o objetivo deste estudo é identificar a aplicação dos elementos do enfoque CTSA no ensino de Educação Ambiental.

2 Metodologia

A pesquisa seguiu o método de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que se inicia com a elaboração de um protocolo contendo o planejamento sistemático para alcançar os objetivos estabelecidos. Nesse protocolo, são definidos o problema de pesquisa, os objetivos, a pergunta principal, as questões secundárias, os critérios de inclusão e exclusão dos estudos, além das estratégias de busca nas fontes. Na etapa de execução, os estudos são identificados, o material é selecionado, e os dados são extraídos conforme o que foi previamente definido no

protocolo. Por fim, os resultados são sintetizados e apresentados em gráficos, na fase conhecida como sumarização (Kitchenham, 2004; Coutinho Junior *et al.*, 2021). Como ferramenta de apoio, foi utilizado o *software State of the Art through Systematic Review (Start)*.

2.1 Protocolo

Para responder à questão central, “como os elementos do enfoque CTSA têm sido utilizados no ensino da educação ambiental?”, e alcançar o objetivo da investigação, que é “identificar o estado da arte sobre a utilização do enfoque CTSA no ensino de educação ambiental”, foram realizadas consultas nas bases de dados científicas Portal Periódicos CAPES e Portal *Scielo*, em setembro de 2024. As palavras-chave e termos utilizados para a busca dos artigos incluíram: “educação ambiental” e “ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” ou “ciência, tecnologia e sociedade”. Para serem considerados, os artigos deveriam conter a primeira *string* de busca e, pelo menos, uma das outras duas.

Cada base de dados apresenta um estilo de pesquisa específico e o Quadro 1 mostra a modelagem das buscas realizadas em ambas as plataformas. Não houve restrição quanto ao período de publicação dos artigos, uma vez que o objetivo era identificar o estado da arte sobre o tema.

QUADRO 1 – STRINGS DE BUSCA E FILTROS DE BUSCA INICIAIS DOS ARTIGOS.

Base	Modelagem da busca	Filtros iniciais
Portal CAPES	Qualquer campo → é/exato → Ciência, Tecnologia e Sociedade E Qualquer campo → é/exato → Educação ambiental. Qualquer campo → é/exato → Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente E Qualquer campo → é/exato → Educação ambiental. Data de publicação: qualquer ano. Idioma: qualquer idioma.	Material: Artigos revisados por pares
Scielo	(Ciência, Tecnologia e Sociedade) AND (Educação ambiental)	Material: Artigos

FONTE: Os Autores (2024).

2.2 Seleção do material

O primeiro passo na seleção do material foi a triagem dos artigos, realizada por meio de *strings* de busca e filtros iniciais nas bases de dados, conforme o protocolo estabelecido. No

total, foram encontrados 20 artigos nas duas bases definidas para esta investigação. Os metadados desses artigos, como título, resumo e autores, foram salvos nos formatos BibTeX (no Portal Periódicos CAPES) e RIS (no *Scielo*) para posterior importação no programa Start.

Com o material importado no programa Start, iniciou-se uma segunda etapa de filtragem, na qual foi realizada a leitura individual dos resumos. Nesta fase, aplicaram-se os critérios de inclusão, aceitando artigos que abordassem tanta educação ambiental quanto o enfoque CTSA/CTS. Também foi estabelecido um critério de exclusão, eliminando artigos duplicados, trabalhos puramente teóricos, e aqueles que tratassem apenas de educação ambiental ou apenas de CTSA. Após a aplicação dos critérios, os artigos foram classificados como aceitos ou rejeitados. Os resultados da triagem por base de dados estão apresentados na Tabela 1.

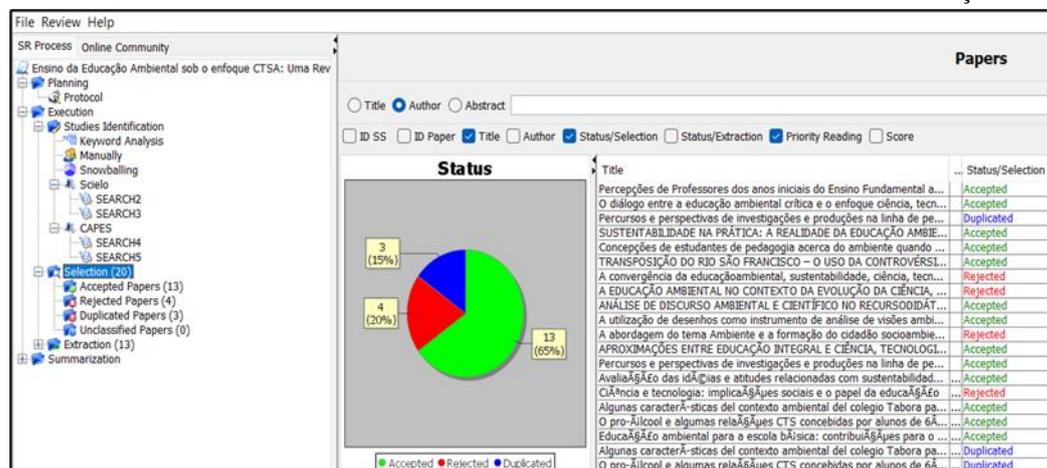
TABELA 1 – Triagem dos estudos por banco de dados.

Strings	Seleção inicial		Seleção final	
	CAPEs	SCIELO	CAPEs	SCIELO
"Ciência, Tecnologia e Sociedade" e "Educação ambiental"	8	4	5	3
"Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente" e "Educação ambiental"	5	3	4	1
Total por base de dados	13	7	9	4
Total geral	20		13	

FONTE: Os Autores (2024).

Dos 20 artigos identificados nesta investigação, três foram excluídos por duplicação e 4 por serem teóricos, de acordo com os critérios de exclusão estabelecidos. Ao final, 13 artigos foram aceitos para análise, conforme ilustrado na Figura 1.

FIGURA 1 – INTERFACE DO PROGRAMA START APÓS ETAPA DE SELEÇÃO



FONTE: Os Autores (2024).

Com a seleção dos 13 artigos concluída, a investigação avançou para a fase de extração dos dados. No Quadro 2, são apresentados os critérios de qualidade e extração estabelecidos, que incluem: o tema de educação ambiental abordado, os elementos do enfoque CTSA identificados, o nível de escolaridade, o público-alvo e o tipo de estudo realizado.

QUADRO 2 – CRITÉRIOS DE QUALIDADE E EXTRAÇÃO.

Critérios		Opções
Qualidade	Tipo de estudo	Percepção, Intervenção; Análise de recurso didático.
	Público-alvo	Professores, alunos, material didático.
	Nível de ensino	Infantil; Fundamental; Médio; Graduação; Pós-graduação.
Extração	Elemento do enfoque CTSA	Reflexão, relevância social, tomada de decisão, problematização, dialogicidade e colaboração.
	Conteúdos de EA trabalhados	Rio São Francisco; energia; CTSA; água, energia, espaços verdes, resíduos sólidos; educação ambiental e cidadania; sustentabilidade; programa pró-álcool.

FONTE: Os Autores (2024).

Os estudos foram classificados em três categorias: percepções e atitudes, que incluem pesquisas sobre as opiniões e atitudes de professores ou alunos em relação ao CTSA e à educação ambiental; intervenções pedagógicas, que abrangem estudos que aplicam métodos ou estratégias de ensino baseados no CTSA para aprimorar a educação ambiental; e análise de conteúdo didático, que se refere a estudos que examinam materiais didáticos, como livros e recursos educacionais, no contexto do CTSA e da educação ambiental.

Após a extração dos dados, iniciou-se a etapa de sumarização, durante a qual foram desenvolvidos elementos gráficos com base nas informações coletadas dos artigos. Esses gráficos serão apresentados na seção de resultados e discussão.

3 Resultados e discussão

A organização dos dados iniciou-se com a identificação dos artigos, incluindo títulos, autores, anos de publicação e periódicos, por meio do programa Excel, a partir dos dados coletados no *Start*, como mostrado no Quadro 3. Essa etapa foi fundamental para estruturar e organizar os dados de forma adequada para a análise subsequente. Os artigos, publicados entre 2001 e 2023, indicam que, ao longo de mais de uma década, poucos estudos investigaram a aplicação de elementos CTSA no ensino de educação ambiental, evidenciando uma lacuna na produção científica sobre o tema. Além disso, com exceção de um estudo realizado em Bogotá-

Colômbia, todos os autores são brasileiros, sugerindo que a concentração de pesquisas no Brasil pode estar relacionada ao uso de *strings* de busca em português.

QUADRO 3 – ARTIGOS SELECIONADOS, AUTORES, ANO E REVISTA DE PUBLICAÇÃO.

ID	Título	Autor/ano	Revista
1	Transposição do Rio São Francisco – O uso da controvérsia controlada como meio de promover aproximações entre o enfoque educacional CTS e Educação ambiental crítica	Alves; Rôças, 2018	IENCI
2	Análise de discurso ambiental e científico no recurso didático “Protocolo para avaliação de rios e lagoas” utilizado em projetos de Educação Ambiental em Minas Gerais, Brasil: reflexões a partir do enfoque CTSA	Trópia, 2013	Revista pesquisa em educação ambiental
3	A utilização de desenhos como instrumento de análise de visões ambientais de alunos do ensino médio	Rocha; Santos; Pitanga, 2019	RBECT
4	Aproximações entre educação integral e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)	Almeida; Moll, 2018	TADECH
5	Percursos e perspectivas de investigações e produções na linha de pesquisa Ensino de Ciências e relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) do PPGFCET-UTFPR	Sutil; Roehrig; Lisboa, 2021	ACTIO
6	Percepções de Professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental acerca da Educação Ambiental Emancipatória e a Abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	Vasconcelos; Costa, 2022	RIS
7	O diálogo entre a educação ambiental crítica e o enfoque ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente: uma análise da produção acadêmica	Barbosa; Robaina; Soares, 2020	ACTIO
8	Sustentabilidade na prática	Ohi; Dutra, 2023	Hipótese
9	Concepções de estudantes de pedagogia acerca do ambiente quando em relação com ciência e tecnologia	Ferreira; Cardoso; Rezende, 2014	Sergipana de EA
10	Algunas características del contexto ambiental del colegio Tabora para proyectar la formación ecociudadana de estudiantes de grado quinto.	Bonilla; Garzon, 2022	TED
11	O pro-álcool e algumas relações CTS concebidas por alunos de 6ª série do ensino fundamental	Andrade; Carvalho, 2002	Ciência e educação
12	Avaliação das ideias e atitudes relacionadas com sustentabilidade: metodologia e instrumentos	Guimaraões; Tomazello, 2004	Ciência e educação
13	Educação ambiental para a escola básica: contribuições para o desenvolvimento da cidadania e da sustentabilidade	Kondrat; Maciel, 2013	RBE

FONTE: Os Autores (2024).

alunos percebem e se relacionam com os temas abordados, o que pode ser crucial para adaptar e melhorar práticas pedagógicas.

Três desses estudos foram intervenções envolvendo alunos: um no ensino médio, que utilizou os três momentos pedagógicos em um trabalho interdisciplinar com seis professores de três áreas e oitenta alunos, adotando instrumentos como discussões, análise de textos e aulas ministradas de forma conjunta e individual nas disciplinas de química, física e biologia. Essa abordagem integradora potencializa a interação entre as disciplinas e indica uma preocupação com o desenvolvimento de habilidades críticas e reflexivas entre os alunos. O segundo estudo, no ensino fundamental, também aplicou os três momentos pedagógicos, incorporando elementos como vídeo, fotografia e produção audiovisual, sugerindo uma tentativa de engajar os alunos de maneira mais dinâmica e atrativa, refletindo a importância de métodos diversificados na educação. O terceiro estudo, um mestrado em ensino de ciências, utilizou a controvérsia controlada e analisou a percepção com base nas respostas a duas perguntas, apresentando uma metodologia diferenciada que pode contribuir para uma compreensão mais profunda das percepções dos alunos.

Além disso, três trabalhos tiveram como foco a análise de conteúdo: um deles examinou um material didático, outro analisou doze dissertações de um programa de pós-graduação, complementando os dados com entrevistas de três coordenadores, e o terceiro analisou dezoito dissertações, uma tese e dez artigos. A análise das dissertações e a inclusão de entrevistas oferecem uma visão abrangente sobre a formação e a prática pedagógica, permitindo identificar tendências, lacunas e boas práticas na educação. Essa combinação de análises qualitativas e quantitativas enriquece a compreensão das experiências educacionais e pode servir como base para futuras investigações que busquem aprofundar o conhecimento sobre a intersecção entre educação, ciência e tecnologia.

Em relação ao público-alvo, a maioria dos estudos, totalizando nove, foi realizada com alunos, dos quais dois incluíram, de forma complementar, a análise de alguns materiais. Essa escolha indica um foco maior nas percepções e experiências dos estudantes, ressaltando a importância de compreender como eles interagem com os conteúdos abordados. Apenas um estudo foi conduzido com professores, enquanto três tiveram como foco a análise de materiais; desses, dois examinaram publicações científicas e um analisou um material didático.

Essa situação evidencia a necessidade de avaliar os recursos pedagógicos utilizados no ensino e destaca a lacuna na pesquisa sobre a experiência docente. Os professores são

fundamentais no processo de sensibilizar os sujeitos em relação a sustentabilidade, pois através da sua prática pedagógica podem colaborar para a criticidade e formação de multiplicadores ambientais (Nepomuceno *et al.*, 2024).

Quanto ao nível de ensino abordado nos trabalhos, a maioria, totalizando cinco, foi realizada no ensino fundamental, incluindo um estudo que utilizou um material didático específico para alunos desse nível. Essa escolha pode indicar uma prioridade na formação e no desenvolvimento de competências nas idades iniciais, onde a educação ambiental e as abordagens relacionadas ao CTSA podem ter um impacto significativo no entendimento e na consciência dos alunos sobre questões socioambientais.

Dois estudos foram realizados na graduação, um no curso de biologia e outro em pedagogia, sugerindo um interesse em explorar a formação de futuros educadores e profissionais da área, ressaltando a importância de integrar esses conteúdos nas suas práticas educativas. Além disso, houve um estudo com alunos de mestrado e um dedicado exclusivamente a alunos do ensino médio. A presença de um estudo exclusivo com alunos do ensino médio, além de dois trabalhos que adotaram uma abordagem mista entre o ensino médio e fundamental, destaca a continuidade do foco na educação ao longo das diferentes etapas escolares, sendo que um desses estudos foi realizado em um museu, sugerindo a utilização de ambientes não formais de aprendizagem que podem enriquecer a experiência educativa e promover uma maior conexão com os temas abordados.

Por fim, dois trabalhos analisaram estudos científicos, como dissertações e artigos, sem se enquadrar em nenhum nível de ensino específico, refletindo uma abordagem mais ampla que pode contribuir para a formação de uma base teórica sólida sobre os temas discutidos.

Em relação aos termos associados ao enfoque CTSA identificados nos estudos, destacam-se mitos como a neutralidade científica, o salvacionismo e a visão histórica. As concepções de educação ambiental citadas abrangem as perspectivas naturalista, conservacionista, resolutiva e crítica. Além disso, os elementos do enfoque CTSA evidenciados foram reflexão, relevância social, tomada de decisão, problematização, dialogicidade e colaboração.

A menção aos mitos indica a necessidade de questionar essas concepções errôneas que podem impactar a educação ambiental. As concepções de educação ambiental identificadas enfatizam a importância de uma formação que não apenas informe, mas também desenvolva cidadãos críticos e engajados, capazes de refletir sobre sua relação com o meio ambiente e as

questões sociais. Os elementos do enfoque CTSA — como reflexão, relevância social, tomada de decisão, problematização, dialogicidade e colaboração — sugerem uma abordagem que vai além da mera transmissão de conhecimento, visando conectar os conteúdos acadêmicos às realidades sociais e ambientais.

Quanto aos conteúdos abordados nos trabalhos, os temas dos três estudos de intervenção foram: Rio São Francisco; meio ambiente, saúde e sociedade; e energia. Esses temas refletem preocupações sociais e ambientais atuais, destacando a importância de contextos locais na formação de conhecimento e práticas educativas.

Dos sete trabalhos que analisaram a percepção com base no enfoque CTSA, destacam-se os seguintes temas: ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; ciência, meio ambiente, tecnologia e sociedade; água, energia, espaços verdes e resíduos sólidos; educação ambiental e cidadania; sustentabilidade; e o programa pró-álcool. Esses temas sugerem uma abordagem holística que desenvolve a consciência crítica dos alunos sobre as interrelações entre esses tópicos em suas vidas cotidianas. A inclusão de temas como educação ambiental e cidadania, além do programa pró-álcool, indica um foco em formar cidadãos conscientes e engajados, preparados para enfrentar desafios socioambientais.

Além disso, a saúde de rios e lagos foi o tema do material didático analisado em uma investigação relacionada ao enfoque CTSA, demonstrando a relevância de questões ambientais específicas e a necessidade de um aprendizado que conecte teoria e prática. Os dois outros trabalhos que examinaram diferentes materiais mapearam uma variedade de assuntos, incluindo agrotóxicos, resíduos, solo, biotecnologia, paisagens, saneamento, mudanças climáticas, vermicompostagem, inclusão e energia. Esses temas evidenciam a amplitude dos estudos e a diversidade de abordagens do enfoque CTSA no ensino da educação ambiental.

4 Considerações finais

A presente pesquisa teve como objetivo identificar a aplicação dos elementos do enfoque CTSA no ensino de Educação Ambiental, buscando responder à seguinte questão: como os elementos do enfoque CTSA estão sendo integrados no ensino de Educação Ambiental? A hipótese levantada sugere que o enfoque CTSA, caracterizado por sua natureza dialógica e problematizadora, é utilizado de maneira variada em diferentes níveis de ensino, promovendo o pensamento crítico e a reflexão dos estudantes sobre questões socioambientais.

Os resultados revelaram uma lacuna significativa na produção científica sobre a interseção entre esses campos. A maioria dos trabalhos analisados foi classificada como estudos de percepção, com um foco predominante nas experiências dos alunos. Isso indica uma preocupação com a forma como eles interagem com os conteúdos abordados, mas também ressalta a sub-representação da voz dos educadores, fundamentais como multiplicadores de conhecimento, uma vez que apenas um estudo concentrou-se em professores.

A diversidade de temas abordados, incluindo questões relevantes como o Rio São Francisco, saúde ambiental e energia, reflete uma abordagem holística que busca desenvolver a consciência crítica dos alunos em relação aos desafios socioambientais. Os estudos de intervenção apresentaram metodologias dinâmicas e integradoras, sinalizando um caminho promissor para a educação ambiental. Contudo, a escassez desses estudos aponta para a necessidade de pesquisas que compartilhem experiências de intervenção, a fim de inspirar práticas pedagógicas inovadoras.

Embora a maioria dos estudos analisados aborde diferentes níveis de ensino, indicando que a aplicação do enfoque CTSA na educação ambiental é relevante em várias etapas da formação dos alunos, apenas dois estudos focaram na formação inicial de professores. Isso ressalta a necessidade de mais investigações que explorem a implementação prática do enfoque CTSA no ensino da educação ambiental. Os futuros educadores desempenham um papel crucial na construção de uma educação ambiental mais eficaz e transformadora, e sua formação adequada é fundamental para preparar profissionais capazes de integrar esses conceitos em suas práticas pedagógicas.

Os elementos do enfoque CTSA mais citados nos trabalhos — reflexão, relevância social, tomada de decisão, problematização, dialogicidade e colaboração — indicam que esses aspectos podem ser considerados pressupostos do CTSA, essenciais para promover o pensamento crítico e a reflexão dos estudantes sobre questões socioambientais. A incorporação desses elementos no ensino pode enriquecer a formação dos alunos, incentivando uma compreensão mais profunda e engajada dos desafios que enfrentam.

Para futuros estudos, recomenda-se a exploração de contextos internacionais, o que pode contribuir para uma visão mais global e diversificada sobre a aplicação do enfoque CTSA no ensino de Educação Ambiental. Além disso, é fundamental realizar pesquisas que compartilhem detalhadamente as experiências do uso dos elementos do enfoque CTSA no ensino prático da

educação ambiental, permitindo uma avaliação dos impactos das intervenções e fornecendo subsídios para replicação.

Referências

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia e Sociedade: Pressupostos para o contexto Brasileiro. **Ciência e Ensino**. v.1, p. 1-20, número especial, nov. 2007.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero América**, Madrid (Espanha). Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2003. Disponível em: <https://www.oei.es/historico/salactsi/introducaoestudoscts.php>

COUTINHO JÚNIOR, A. L.; MONTEIRO, J. A.; COSTA, D. F.; SALES, G. L. O ensino de física integrado a plataforma arduino, uma revisão sistemática de literatura. **Educere Et Educare**, v. 16. n. 40, p. 175-197, 2021. <https://doi.org/10.17648/educare.v16i40.26800>

DOMICIANO, T. D. **Enfoque CTS no curso de Licenciatura em Ciências da UFPR Litoral**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, M. D.; DELGADO-IGLESIAS, J. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de ciências naturais do 6º ano de escolaridade. **Ciência & Educação** (Bauru), São Paulo, v. 24, n. 4, out./dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040005>

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele, UK, Keele University, 2004.

LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

NUNES, A. O. **Possibilidades de enfoque CTS para o Ensino superior de química: proposta de uma abordagem para ácidos e bases**. 2014. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

NEPOMUCENO, N. A. S.; VASCONCELOS, A. K. P.; LOPES, B. S. Educação Ambiental e Ensino de Biologia: uma experiência pedagógica a partir da Aprendizagem Baseada em Projetos. **REXE- Revista de Estudios y Experiencias en Educación**, v. 23, n. 52, p. 286–301, 2024.

OHI, A. G. K.; GANIKO-DUTRA, M. Sustentabilidade na prática: A realidade da Educação Ambiental em uma escola pública do estado de São Paulo. **Revista Hipótese**, Bauru, v. 9, p. e023004, jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.58980/eiaerh.v9i00.424>

PINHEIRO, F. A.; MATTOS, F. R.; SILVEIRA, F. G.; LEITE, S. Q. M. Educação CTSA e Aprendizagem baseada em problemas: possibilidade metodológica para o curso de bacharelado em ciência e tecnologias de alimentos. **Revista IFES Ciência**, Espírito Santo, v. 8, n. 1, p. 1-25, out. 2022. DOI: <https://doi.org/10.36524/ric.v8i1.1648>

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o Ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. Ed, Porto Alegre: Artmed, 2019.

REIGOTA, M. **“O que é Educação Ambiental”**. São Paulo: Editora Brasiliense, 2017.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1997.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência e Ensino**, v. 1, número especial, mai. 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, jul-dez, 2000.

SILVA, W. A. **Contribuições da articulação entre a educação problematizadora de Paulo Freire e a educação CTSA para o Ensino de Química à luz da investigação temática**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2023.